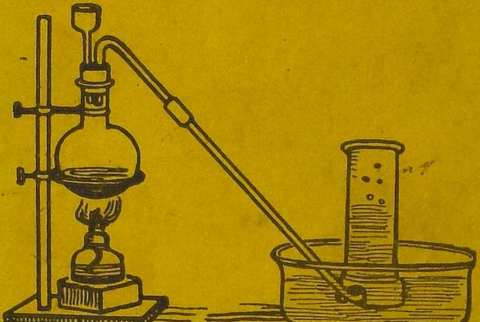
368

பொது விஞ்ஞான நூல்

368 / 3-60



TB
A (10)
No.
137257

பொது விஞ்ஞான நூல்

இரண்டாம் புத்தகம்

[ஐந்தாவது ஆறுவது படிவங்களுக்குரியது]

368.
3-60.

ஆர். சங்கர அய்யர், பி.ஏ., எல்.டி.,
வி. ஸ்ரீனிவாச அய்யர், பி.ஏ., எல்.டி.,
முத்தியாலுப்பேட்டை உயர்தர கலாசாலை, சென்னை.

Approved for Class use: Vide page 13, Part II of Part I-B Supplement to Fort St. George Gazette dated 13-5-59.

பதிப்பாளர்:

ஆசிரியர் நூற்பதிப்புக் கழகம்

53-56, பவழக்காரத் தெரு :: சென்னை-1.

பதிப்புரிமை] 1960 [விலை ரூ. 3-0-0

First Issued:	*May 1949*
Eleventh Impression:	*June 1958*
Twelfth ,,	*June 1960*

The Progressive Printers, Madras-1.

Syllabus in General Science for the Reorganized Secondary School Course

FORMS V AND VI.

Number of lessons

A. Biology

A. 1. Review of food-stuffs and food values. Vitamins and their importance. Digestion in detail with reference to enzymes and their action on different food-stuffs. The alimentary system in man (students should know to draw the diagram). Supply of food to the tissues. Structure and care of teeth. 4

2. *Circulation.*—Study in detail of the heart and its parts. Blood—blood corpuscles and their functions —blood vessels. Importance of circulation. Pulse, Lymph—lymph vessels and lymphatic circulation. 4

3. *Excretion.*—(*a*) Kidneys—parts and their work. (*b*) Skin—its parts and functions. Care of the skin. (*c*) Lungs as excretory organs—excretion of CO_2 and water vapour.

4. *Movement.*—A study of human skeleton in greater detail and the classification of joints. The parts of the ball and socket joint : Muscles—voluntary and involuntary—Examples : calf, biceps, sphinctral and cardiac muscles. 3

5. *Sensing.*—The nervous system in man. Brain, cerebrum, cerebellum, medulla, spinal cord and nerves (afferent and efferent),—function of each part. Fatigue. Voluntary action and reflex action. The five sense organs and their functioning through the nervous system (a detailed study of structure of the sense organs is not expected). The sympathetic nervous system (an elementory treatment alone is expected.) 4

6. *Ductless glands.*—Thyroid, Pituitary and Adrenal—the influence of their secretions. 2

B. 1. Feeding habits of animals (jawless, earthworm, blood-sucking leech, honey-sucking butterfly, filing snail.)

2. Adaptation of animals. Protection, offence (colour, mimicry, poison apparatus). Special covering such as those of porcupine, tortoise. 2

3. Silk farming—silk worm and silk. 1

4. Movement in the following animals—their variety and importance—lizards, snakes, birds, snails, earthworms and frog. 2

C. 1. Plant cell and its parts—fundamental properties of protoplasm. Unicellular and multicellular organisms. 1

2. Work of the leaf. Demonstration of its structure and its functions. 1
Photo-synthesis (a study in greater detail). 2
Photo-synthesis and respiration compared. 2
Storage of starch, protein and fat and action of enzymes. 1

3. Seeds—parts of bean and castor seeds. Stages of germination.

4. Flowers—parts. Their work in detail—Pollination, fertilisation leading to formation of seeds and fruits. Dispersal of seeds. Vegetative reproduction. Elementary knowledge of grafting, layering and cutting. 1

5. External features of a fern, a moss, and an alga—(spirogyra), fungus (mould). Nutrition of the mould. 4

6. Darwin's explanation of the orgin of new forms. 1

45

B. Physical Science.

1. *Measurement of time.*—The simple pendulum. Relation between time of oscillation and length of the pendulum.
2. Liquid pressure—upward, downward and sideways pressure. Transmissibility of liquid pressure. Balancing columns (' U ' tube) and measurement of Specific Gravity—Principle of Archimedes—experimental verification. Use of the principle to find the specific gravity of solids and liquids. Why do bodies float?—A simple variable immersion hydrometer and use in determining densities of liquids. 8
3. Airplane—how supported and made to move. 2
4. The screw. The movable pulley. The block and tackle. The inclined plane. 4
5. *Heat.*—
   (*a*) Expansion of bodies due to heat (qualitative study only). Practical application of the expansion of solids, liquids and gases. 2
   (*b*) Temperature—kinds of thermometer—clinical, maximum and minimum thermometer (Six's pattern), different scales (the Centigrade and the Fahrenheit). 3
   (*c*) Quantity of heat—Calorie, capacity for heat—Specific heat. 3
   (*d*) Change of state—heat and change of state. Melting point of solids. 2
   (*e*) Transmission of heat—conduction, convection and radiation. Thermos flask. 2
   (*f*) The steam engine. The internal combustion engine. 2
6. *Light*—
   (*a*) Reflection in plane mirror. The periscope and the kaleidoscope. 2

(*b*) Reflection in concave and convex mirrors (no quantitative relation is expected). Uses of mirrors. Measurement of the focal length of a concave mirror. 2

(*c*) Refraction through a rectangular glass slab, through water, glass prism ; deviation—dispersion of sunlight. Formation of the rainbow.

(*d*) Convex and concave lenses. Formation of images (no quantitative relation)—focal length in convex lenses, use of the lens as spectacles, camera lens. Projector, telescope (astronomical, terrestrial and binoculars). Microsecope with two lenses. 4

7. (*a*) Primary cells and batteries. 2

(*b*) Effect of electric currents—

(1) Magnetic effect—making of temporary and permanent magnets—the galvanoscope. 2

(2) Heating effect—electrical heaters, fuses. 1

(3) Chemical effect. Electrolysis. Electro-plating and its application (making of gramophone records, electrotyping, preparation of aluminium, purification of gold, etc.) 3

(4) Lighting effect—filament lamp and vapour lamps. 3

(5) Electrical units—volt, ohm and ampere (the pratical units)—their relationship—electric power : the watt and the kilowatt. 2

(6) Electrical connections-series and parallel. 1

(7) Electrical Induction. The induction coil (an elementary treatment only.) Telephone —the Bell receiver and transmitter. The carbon microphone. 3

(8) Elementary treatment of broadcasting.

8. Energy—kinetic energy—potential energy Transformation of energy. Mechanical, heat, chemical, electrical, sound, light. 1
9. Structure of matter. Molecule—atom and atomic energy. 1

63

C. Chemistry

1. Separation of ingredients of mixtures (explanation of the common processes used)—solution, filtration, sublimation, distillation, fractional distillation, crystallization and fractional crystallization. 5
2. Division of matter into elements (metals and nonmetals) and compounds. 1
3. Physical and chemical changes. Types of chemical changes. 2
4. The three common acids (HCL, HNO_3 and H_2SO_4) —their laboratory preparation, properties and uses. 4
5. The alkalis—caustic and mild. Their preparation and properties. 3
6. Salts : how formed. Neutralization. 2
7. Common salt—how prepared and purified. Uses. Preparation of chlorine and uses of chlorine. Uses of bleaching powder, bleaching liquor. Uses of sodium chlorate, potassium chlorate and iodine. 5
8. Sulphur, extraction, purification and uses. Sulphur dioxide—laboratory preparation. Properties of sulphur dioxide and uses. Sulphates—uses of ammonium sulphate, copper sulphate, magnesium sulphate, alum, hypo, sodium sulphite. 5
9. Phosphorus—yellow and red—difference in properties. Uses in the making of safety matches. Uses of phosphates and hypophosphites. 2

10. Preparation and use of sodium and potassium nitrates. Fixation of atmospheric nitrogen—ammonium nitrate. 2

11. Metals—chief ores of metals like iron, copper, zinc, tin, lead, aluminium, silver, gold, mercury, thorium, uranium, radium, manganese (where found in India). Extraction of iron, gold, mercury, aluminium. Kinds of steel and uses. 5

12. Common alloys and their principal components and uses—brass, bronze, bell metal, type-metal, duraluminum, rustless steel. 2

13. Alcohol: Preparation—uses as power, as solvent and for making useful chemicals. 2

—

40

—

D. Experiments and Practical Activities

Observation of living frogs, earthworms, caterpillars and of their life histories under laboratory and field conditions.

Observation of cultivated crops—process of cultivation—tilling, weeding—manuring, etc.

Collection of insects and preservation as a museum activity.

Observation of the growth of shoots from tuber—grafting, layering, etc.

Collection and preserving of different leaf forms and flowers

Sketching of common plant forms—parts of plants—stem, root, leaf, flower, etc., (about 12 forms of the locality). A study of the means adopted by the Health Department to prevent adulteration of food, contamination of water, spread of epidemics and steps taken to improve the sanitary condition of the locality. Comparison of the vital capacity of pupils.

Experiments :—Experimental work by pupils in Physics. Chemistry and Botany should be recognized as part of General Science work in schools. Teachers are expected to give full practical demonstration.

The following experiments indicate a minimum that should be done by the pupils during the three years :—

1. To show that starch is found in *green* leaves.
2. To show that CO_2 and sunlight are necessary for the formation of starch.
3. To show that plants (*i.e.*, germinating seeds, leaves, buds, roots and shoots, etc.,) use up oxygen, liberate CO_2, give off heat.
4. To show that transpiration takes place in plants.
5. To study the conditions of germination of a seed, and to study the stages of germination of a seed.
6. Measurement of length of straight and curved lines and finding the relation between the inch and the centimetre.
7. To measure the volumes of solids using (a) a graduated jar, (b) a burette.
8. To measure the density of solids (stone, wood, alum).
9. To measure the density of a liquid using the specific gravity bottle.
10. To measure the solubility of common salt at room temperature.
11. To grow a crystal.
12. To find the melting point of a solid (ice, wax).
13. To find the boiling point of water and to study how the boiling point varies with the amount of dissolved solid in water.
14. To verify the Principle of Archimedes.
15. To find the specific gravity of an insoluble and heavy solid using the Principle of Archimedes.

16. To construct a variable immersion hydrometer, to use it to find the specific gravity of liquids.
17. To measure the mechanical advantage of a single movable pulley.
18. To study the relation between Power and Weight in an inclined plane.
19. To measure the specific heat of a solid (copper).
20. To find the relation between period of oscillation and length of a pendulum.
21. To study reflection in plane mirrors.
22. To measure the focal length of a concave mirror.
23. & 24. To trace the path of a ray of light through—
    (*a*) a rectangular glass slab,
    (*b*) a triangular glass prism—60°.
25. To measure the focal length of a convex lens.
26. To study the action of heat on common substances —mercuric oxide, potassium chlorate, copper sulphate, alum, ammonium chloride.
27. To study the action of dilute acids on zinc, aluminium, iron.
28. To separate the parts of a mixture—sand and sugar, common salt and salammoniac, iron filings and sand.
29. To study the action of heat and acids on marble, lime-stone.
30. Galvanoscope—to compare the strength of electric current with a galvanoscope.

N.B.—A minimum of at least 20 of these experiments should be performed by each pupil, and a record of his laboratory work should be maintained by him for inspection by the Inspecting Officer. It is also proposed that the record be taken into consideration in the assessment of the attainment of the pupil in General Science in the class promotion.

பொருளடக்கம்

முதற் பாகம்

சரீர சாஸ்திரம்

அத்தியாயம்			பாகம்
1.	ஆகாரமும், அதன் உபயோகங்களும்	...	1
2.	உணவின் பகுதிப்பொருள்கள்	...	2
3.	ஆகாரத்தைச் சமைத்தலும், பாதுகாத்தலும்	...	10
4.	பற்கள்	...	15
5.	செரித்தல்	...	18
6.	இரத்த ஓட்டம்	...	28
7.	கழிவு	...	42
8.	சலனம் அல்லது அசைவு	...	51
9.	நரம்பு மண்டலம்	...	62
10.	ஐம்புலன்கள்	...	68
11.	நாளமில்லாச் சுரப்பிகள்	...	76

இரண்டாம் பாகம்

பிராணி நூல்

1.	பிராணிகளின் ஆகாரப் பழக்கங்கள்	...	80
2.	பிராணிகளின் அனுசரணம்	...	83
3.	பட்டு	...	91
4.	பிராணிகளின் இயக்கம்	...	94

மூன்றும் பாகம்

தாவர நூல்

1.	தாவர செல்	...	103
2.	இலையின் அமைப்பு	...	106
3.	ஒளிச்சேர்க்கை	...	111
4.	விதைகள்	...	117

5. புஷ்பமும், அதன் வேலையும் ... 124
6. விதைகள் பரவுதல் ... 131
7. விதையில்லாப் பெருக்கம் ... 134
8. விதையில்லாத் தாவரங்கள் ... 137
9. டார்வினின் பரிணமக் கொள்கை ... 140

நான்காம் பாகம்

பௌதிக நூல்

1. கால அளவு ... 146
2. திரவத்தின் அழுத்தம் ... 152
3. ஆர்க்கிமிடீஸின் தத்துவம் ... 160
4. விமானம் ... 176
5. எந்திரங்கள் ... 178
6. வெப்பம் ... 191
7. பொருள்களின் பெருக்கம் ... 193
8. உஷ்ண நிலை ... 201
9. வெப்ப அளவு ... 210
10. பொருள்களின் நிலைமாற்றம் ... 218
11. வெப்பம் செலுத்துகை ... 224
12. நீராவி எஞ்சின் ... 230
13. ஒளி பரவுதல் ... 241
14. சமதள ஆடியில் ஒளி பிரதிபலித்தல் ... 244
15. கோளக ஆடிகளில் ஒளி பிரதிபலித்தல் ... 250
16. சமதளப் பரப்புகளில் ஒளிமுறிவு (விலகல்) ... 254
17. குழி, குவி-லென்ஸுகள் ... 266
18. மின்சாரம் — பிரதம கலங்களும், மின்கல அடுக்குகளும் ... 284
19. மின் ஓட்டத்தின் காந்த பலன் ... 300
20. மின் ஓட்டத்தின் உஷ்ண பலன் ... 306
21. மின்சாரத்தின் இரசாயன பலன் ... 309
22. மின் ஓட்டத்தின் ஒளி பலன் ... 317
23. மின்-தூண்டல் ... 321
24. ஒலிபரப்பு ... 330

25. சக்தி ... 334
26. ஜடப்பொருளின் அமைப்பு ... 336

ஐந்தாம் பாகம்

இரசாயன நூல்

1. இருவகை மாற்றங்கள் ... 348
2. மூலக, கூட்டு, கலவைப் பொருள்கள் ... 352
3. இரசாயனக் கிரியை ... 357
4. பிரிக்கும் முறைகள் ... 361
5. மூன்று முக்கிய அமிலங்கள் ... 373
6. காரங்கள் ... 385
7. உப்புக்கள் ... 393
8. சாதாரண உப்பும், அதன் இனப் பண்டங்களும் 395
9. கந்தகம் ... 405
10. பாஸ்வரம் ... 416
11. நைட்டிரேட்டுகள் ... 420
12. உலோகங்கள் ... 425
13. ஆல்கஹால் ... 455
கேள்விகள் ... 458
பின்னிணைப்பு ... 467
Model Questions ... 468
கலைச் சொற்கள் ... 472

உயிர் நூல்

—:o:—

முதற் பாகம்

சரீர சாஸ்திரம்

அத்தியாயம் 1

ஆகாரமும், அதன் உபயோகங்களும்

நான்காம் படிவத்தில், நமக்குக் காற்று எப்படிப் பயன்படுகிறது என்று படித்தோம். இவ் வத்தியாயத்தில், ஆகாரம் நமக்கு எப்படி அவசியமானது என்று தெரிந்து-கொள்வோம்.

குழந்தைப் பருவத்திலிருந்து நமது தேகம் வளர்ந்து கொண்டே யிருக்கிறது. இவ் வளர்ச்சிக்குக் காரணம் நாம் உட்கொள்ளும் ஆகாரமே. ஆகாரம், நமது சீரண அவய-வங்களில் அனேக மாறுதல்களை அடைந்தபின் இரத்தத்தி-னுல் உறிஞ்சப்பட்டுத் தேகத்தின் எல்லாப் பாகங்களுக்கும் செல்லுகின்றது. ஆங்காங்கு அது எலும்பு, இரத்தம், தசை முதலிய திசுக்(tissue)களாக மாறுவதனுல் தேகம் வளர்கின்றது.

மற்றும், நமது தேகத்திலுள்ள திசுக்கள் ஒவ்வொரு நிமிடமும் சிதைந்துகொண்டே இருக்கின்றன. திசுக்களின் சிதைவு, ஆகாரத்தினுல் ஈடுபடுத்தப்பட்டுப் புதுத் திசுக்கள் உண்டாகின்றன.

மேலும், நாம் விழித்திருக்கும்போது ஒவ்வொரு விநாடியும் ஏதாவது வேலை செய்து கொண்டே இருக்கிறோம். தூங்கும்போதுகூட மூச்சுவிடுவது, கைகால்களை அசைப்பது போன்ற வேலைகளைச் செய்கிறோம். வேலை செய்யச் சக்தி அவசியம். ஆகாரம் உட்கொள்ளுவதால் அதில் மறைமுகமாக இருக்கும் சக்தி வெளிப்பட்டு நமக்குப் பயன்படுகிறது.

நாம் உட்கொள்ளும் ஆகாரம் தேகத்தின் ஒவ்வொரு பாகத்திற்கும் செல்லும்போது அங்கு எரிக்கப்படுவதால், உஷ்ணம் உண்டாகிறது. வேர்வை மூலமாகவும், சிறுநீர் மூலமாகவும், சுவாசிக்கும்போதும், தேகத்தினின்று உஷ்ணம் வெளிப்படுகிறது. மேலும், காற்றின் உஷ்ணநிலை எப்படியிருந்தாலும், நமது தேகத்தின் உஷ்ணநிலை 98·4° பா. ஆகவே இருக்கிறது. இதற்கு முக்கிய காரணம் நாம் உட்கொள்ளும் உணவே.

ஆகவே, தேக வளர்ச்சிக்கும், திசுக்களின் சிதைவு ஈடு படுத்தப்பட்டுப் புதுத் திசுக்கள் உண்டாவதற்கும், சக்தியும் உஷ்ணமும் உண்டாவதற்கும் ஆகாரம் அவசியம்.

அத்தியாயம் 2

உணவின் பகுதிப் பொருள்கள்

நாம் உட்கொள்ளும் ஆகாரங்களில் அனேக பகுதிப் பொருள்கள் (constituents) உள்ளன. ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வொரு விதத்தில் நமது தேகத்திற்கு அவசியமாகிறது. அப் பகுதிப் பொருள்களாவன :—(1) கார்போ-ஹைடிரேட்டுகளாகிய (carbo-hydrates) சர்க்கரையும் ஸ்டார்ச்சும், (2) கொழுப்பு, (3) புரோட்டீன், (4) தாதுப்பொருள், (5) தண்ணீர், (6) வைட்டமின்.

கார்போ-ஹைடிரேட்டுகள் :—இவை ஹைடிரஜன், கார்பன், ஆக்ஸிஜன் இவற்றின் கூட்டுப் பொருள்கள். அரிசி, கோதுமை, சோளம், கேழ்வரகு, உருளைக்கிழங்கு இவற்றில் ஸ்டார்ச்சு அதிகமாக இருக்கிறது. கரும்பு, தேன், வெல்லம், சர்க்கரை வள்ளிக்கிழங்கு, பழங்கள், பால் ஆகிய உணவுகளில் சர்க்கரை அதிகம்.

ஸ்டார்ச்சும், சர்க்கரையும் எரிபொருள்களாகும். இவற்றிலுள்ள கார்பன் எரிக்கப்பட்டு, கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு உண்டாவதால் உஷ்ணமும் சக்தியும் வெளிப்படுகின்றன.

கொழுப்பு:—இதுவும் ஸ்டார்ச்சைப்போல எரிபொருளே. ஆனால் கொழுப்பில் கார்பனும், ஹைடிரஜனும், ஆக்ஸிஜனும் வேறு விகிதத்தில் கூடியுள்ளன. வெண்ணெய் (மிகச் சுலபமாய் சீரணிக்கக்கூடிய கொழுப்பு), தேங்காயெண்ணெய் முதலிய எண்ணெய்கள் கொழுப்பை அதிகமாக உடையன. பால், முட்டை, இறைச்சி, வேர்க்கடலை, தேங்காய் இவற்றில் கொழுப்பு சிறிய அளவில் உள்ளது.

புரோட்டீன் :—இது கார்பன், ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன், நைட்டிரஜன், கந்தகம், பாஸ்வரம் ஆகியவற்றின் கூட்டுப் பொருளாகும். இதிலிருக்கும் நைட்டிரஜன் தேக வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாதது; எல்லா ஸெல்களிலும் புரோட்டீன் இருக்கிறது. ஆகவே, இப் பகுதிப் பொருளுக்கு, 'திசு வளர்க்கும் பொருள்' என்ற பெயருமுண்டு. பால், முட்டையின் வெள்ளை, மொச்சை, பருப்புகள், மீன் முதலியவற்றில் புரோட்டீன் அதிகம்.

தாதுப் பொருள்கள் :—நமது திசுக்களில் கால்ஸியம், மகனீசயம், அயம், அயொடின், பாஸ்வரம் முதலியவற்றின் கூட்டுப் பொருள்கள் உள்ளன. திசுக்கள் எரிக்கப்பட்டால்

மிகுதியாகவுள்ள சாம்பல், தாதுப்பொருள்களே. முக்கியமாக எலும்புகள், பற்கள், இரத்தம் ஆகிய திசுக்களின் வளர்ச்சிக்குத் தாதுப்பொருள்கள் அவசியம். காய்கறிகள், பழங்கள், கீரைகள் முதலிய உணவுகளில் தாதுப்பொருள்கள் அதிகமாகக் காணப்படும். ஆகாரத்துடன் நாம் சேர்த்துக்கொள்ளும் தாதுப்பொருளாகிய சாதாரண உப்பு, உணவிற்கு உருசியைக் கொடுப்பது மன்றி சீரணத்திற்கும் அவசியமாகிறது. பாஸ்வேட்டுகள் எலும்பு வளர்ச்சிக்கும், பற்களின் உறுதிக்கும் இன்றியமையாதன. அயம் சேர்ந்த உப்புகள் இரத்தத்துக்கும், அயொடின் சத்து தைராயிடு நன்னிலைமைக்கும் தேவையாகின்றன.

தண்ணீர் :— நமது தேகத்தின் எடையில் மூன்றில் இரண்டு பாகம் தண்ணீராகும். தண்ணீரில்லாவிட்டால் ஸெல்கள் உயிரோடிருக்க முடியாது. தண்ணீரில்லாவிட்டால் இரத்தம் எப்படித் திசுக்களுக்கு உணவை எடுத்துச்சென்று அங்கு உண்டாகும் கழிவுப் பொருள்களை வெளியேற்ற முடியும்? ஆகாரம் சீரணமாவதற்கும் தண்ணீர் அவசியம்.

நாம் உண்ணும் உணவுப் பொருள்களில் தண்ணீர் உளது. அது போதாது. ஆகவே, நாம் தண்ணீரை உட்கொள்ளுகிறோம்.

வைட்டமின்கள் :—மேற்சொன்ன பகுதிப்பொருள்களைத் தவிர, வைட்டமின்கள் என்னும் ஆச்சரியமான பகுதிகள் நமது தேகத்திற்கு எப்படி மிக அவசியம் என்று வைத்திய ஆராய்ச்சியாளர்கள் கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள். இவை பொதுவாகத் தேக ஆரோக்கியத்திற்கு இன்றியமையாதன என்பதைத் தவிர, சில வியாதிகளைத் தடுப்பதற்கும் உடல் வளர்ச்சிக்கும் வைட்டமின்கள் மிக அவசியம். நாம் உண்ணும் உணவுகளில் இவை கொஞ்சமாகவோ, அதிகமாகவோ

உள்ளன. சமைத்தலினுல் இவை அனேகமாக நசித்து விடலாம். ஆகவே, சில உணவுகளைச் சமைக்காமலே நாம் உண்ணவேண்டும். வைட்டமின்களில் அனேக வகைகள் இருக்கின்றன.

வைட்டமின் A :—மீன், மீன் எண்ணெய், வெண்ணெய், பால், முட்டை மஞ்சள், பழங்கள், கரிவேப்பிலை, பச்சைக் கொத்துமல்லி, சிறுகீரை ஆகிய உணவுகளில் இது அதிகமாக இருக்கிறது. வளரும் குழந்தைகளுக்கு இது அவசியம். கண் சம்பந்தமான வியாதிகளையும் நுரையீரல் சம்பந்தமான நோய்களையும் தடுப்பதற்கு இது இன்றியமையாதது.

வைட்டமின் B :—கைக்குத்தல் அரிசி, வெங்காயம், உருளைக்கிழங்கு, முட்டை, தக்காளி, ஈஸ்டு, சில கீரைகள் ஆகிய உணவுகளில் இது அதிகமாக உள்ளது. பெரிபெரி (beriberi) என்னும் நரம்பு வியாதிகளைத் தடுக்கவும், பசியின்மை, அஜீரணம், வாய் ஓரங்களில் புண் போன்ற கோளாறுகளைத் தடுக்கவும் இது அவசியம்.

மில் அரிசியில் மேலாக உள்ள வைட்டமின் B, புரோட்டீன், கொழுப்பு முதலியன போய்விடுகின்றன; ஸ்டார்ச்சு மாத்திரம்தான் மிகுந்து இருக்கிறது. ஆகவே, மில் அரிசி தேக ஆரோக்கியத்திற்குத் தக்கதல்ல. புழுங்கல் அரிசியில் புழுக்கும்போது வைட்டமின் B அரிசிக்குள் பரவிவிடுவதால், தீட்டும்போது வைட்டமின் B போவதில்லை.

வைட்டமின் C :—இது பழங்களிலும் பச்சைக் காய்கறிகளிலும் அதிகமாக இருக்கும். ஆரஞ்சுப்பழம், எலுமிச்சம்பழம், தக்காளி, நெல்லிக்காய், இலைகளுள்ள காய்கறிகள் இவற்றில் வைட்டமின் C மிக அதிகம். இதன் குறைவினுல் மூட்டுகளிலுள்ள தசைகளில் வீக்கமும் (ஸ்கர்வி என்னும் வியாதி), பல் வியாதியும் ஏற்படும்; எலும்புகள் சீக்கிரம்

நொறுங்கும் தன்மையுடையனவாக மாறிவிடும். வெப்பத்தினுல் இவ் வைட்டமின் சுலபமாய் அழிந்துவிடும்.

வைட்டமின் D:—மீன் எண்ணெய், வெண்ணெய், முட்டை, தேங்காய், தக்காளி, பால் முதலியவற்றில் இது அதிகம். இதன் குறைவினுல் ரிக்கெட்ஸ் (rickets) என்னும் கணேநோய் அல்லது எலும்பு வியாதி ஏற்படும்; எலும்பின் வலிவு குறையும். தேகத்தின் மேல் சூரிய வெளிச்சம் விழச்செய்தால் இவ் வைட்டமினையும் பெறலாம்.

வைட்டமின் E:—இது முளேக் கோதுமையிலும், வேறு தானிய முளேகளிலும், பால், நெய், பாதாம் பருப்பு, முட்டையின் மஞ்சள் பாகத்திலும், கீரையிலும் அதிகமாக இருக்கும். இது உஷ்ணத்தால் பாதிக்கப்படாது. இன விருத்திக்கு இவ் வைட்டமின் அவசியம்.

ஆகாரத்தின் வெப்ப அவவு

(Fuel value of food)

ஆகாரத்தின் பகுதிப்பொருள்களாகிய ஸ்டார்ச்சும் கொழுப்பும் நமக்குக் சக்தியையும் உஷ்ணத்தையும் கொடுக்கின்றன என்று தெரிந்து கொண்டோம். நமக்குத் தினந்தோறும் எவ்வளவு வெப்ப அளவுள்ள ஆகாரம் தேவை என்று இப்போது அறிந்துகொள்வோம்.

விஞ்ஞான முறையில் உஷ்ணத்தைக் கலோரி (calorie) என்னும் மூல அளவால் அளக்கின்ருேம்.

சிறிய கலோரி என்பது ஒரு கிராம் தண்ணீரை 1° ச. உயர்த்துவதற்கு வேண்டிய உஷ்ணமாகும். பெரிய கலோரி என்பது 1,000 கிராம் தண்ணீரை 1° ச. உயர்த்துவதற்கு வேண்டிய உஷ்ணமாகும்.

முக்கிய உணவுகளிலுள்ள பகுதிப் பொருள்களைக் காட்டும் அட்டவணை

உணவுகள்	ஸ்டார்ச்சு	கொழுப்பு	புரோட்டீன்	தண்ணீர்	தாதுப் பொருள்	வைட்டமின்கள்			
						A	B	C	D
அரிசி (கைக்குத்தல்)	78·8	·5	7·3	13	·2		.		
அரிசி (மில்)	85·5	·3	4	10	·2				
கோதுமை	74·5	1	12	12	·1	.	. .	...	
வாழை	22	·6	1·3	76	·07	.	.	.	
உருளைக்கிழங்கு	18·5	·1	2·3	79	1	.	. .	. .	
சர்க்கரை வள்ளிக் கிழங்கு	27·5	·7	1·8	70	—	?	?	?	?
வெங்காயம்	10	·3	1·6	87·6	·6		.	. .	
அவரை விதை	60	1·8	22·5	14·4	1·3	.	. .	.	
கத்தரிக்காய்	5	·35	1·2	93	—		.	.	
வெண்ணெய்	—	85	1	13	·05	...			
மோர்	4·8	·5	3·1	92·5	·32	.	.	.	
கோஸ்	5·6	·2	1·5	91·4	·2	...	...	...	
தேங்காய்	6	51	6	15	—	.	. .		
பேரீச்சம்பழம்	78·4	2·8	2·1	15·4	·3		.		
பருப்பு	57	3·6	23	—	15	.	. .		
முட்டை	—	10·5	13·4	65·5	·46	. .	...		?
மீன்	—	1·2	18·3	78·5	·5	. .	.		
வேர்க்கடலை	22·4	38·6	26·4	9·2	—		...		
தேன்	81·2	—	·4	18·2	·2	?	?	?	
வெண்டைக்காய்	6	1	2	91	—		.		.
பால்	5	4	3·2	87·1	·48	...	. .	.	
பட்டாணி	61	1	24·2	12	1·8	.	.		
தக்காளி	3·9	·4	·9	94	·1	...	...		
ஆப்பிள்	14·2	·5	8·4	84·6	·3	.	.	. .	
இறைச்சி	—	27·6	17·4	54	·1				

குறிப்பு :—குறைவு . ; சுமார் . . ; அதிகம் ...

நாம் வேலே செய்யாமலிருந்தாலும், நமது தேகத்திலிருந்து தினந்தோறும் சுமார் 1,700 பெரிய கலோரி உஷ்ணம் வெளிச் செல்லும். சாதாரண வேலே செய்வோருக்கு சுமார் 800 கலோரியும், கடின வேலே செய்வோருக்கு சுமார் 2,000 கலோரியும் அவசியம். ஆகவே, நாள் ஒன்றுக்கு 2,500 முதல் 3,700 பெரிய கலோரி உஷ்ணம் தரக்கூடிய உணவு நாம் உட்கொள்ளவேண்டும்.

கலப்பு உணவு

மேற்சொன்ன உஷ்ணத்தைக் கொடுக்கும் உணவைத் தவிர, நாள் ஒன்றுக்கு 100 கிராம் புரோட்டீனும் அவசியம். தாதுப்பொருள்களும், வைட்டமின்களும் இன்றியமையாதன.

ஒருவித உணவை மாத்திரம் நாம் உட்கொண்டால், அதில் எல்லா உணவுப்பகுதிகளும் நமக்கு வேண்டிய அளவில் கலந்திரா. உதாரணமாக, அரிசியை மாத்திரம் நாம் உட்கொண்டு உயிர்வாழ முடியாது. அரிசியில் ஸ்டார்ச்சு அதிகம்; புரோட்டீன் மிகக் குறைவு. நமக்குத் தினந்தோறும் வேண்டிய புரோட்டீனுக்கு நாம் அரிசியை மாத்திரம் உட்கொண்டால் $3\frac{1}{2}$ பவுண்டு அரிசியைச் சாப்பிடவேண்டும். அப்படி உட்கொள்ள ஒருவனுக்கு முடிந்தாலும் மற்ற உணவுப்பகுதிகள் அரிசியிலிருந்து கிடைக்காது. ஆகவே, ஒவ்வொரு பகுதிப் பொருளும் அதிகமாக உள்ள பல உணவுகளே நாம் கலந்து சாப்பிடுதல் அவசியமாகிறது. நமக்குத் தினந்தோறும் சுமார் $3\frac{1}{2}$ அவுன்ஸ் புரோட்டீனும், 3 அவுன்ஸ் கொழுப்பும், 15 அவுன்ஸ் ஸ்டார்ச்சும், தாதுப் பொருளும், வைட்டமின்களும் அவசியம்.

எல்லா உணவுப்பகுதிகளும் நமக்கு வேண்டிய அளவில் கலந்ததாயும், சுமார் 3,000 பெரிய கலோரி அளவு

உஷ்ணத்தைத் தரக்கூடியதாயும் உள்ள உணவு கலப்பு உணவு (Mixed diet) அல்லது சரி விகித உணவு (Balanced diet) எனப்படும்.

சாக பட்சிணிகள் தினந்தோறும் அரிசி, பருப்பு, நெய், காய்கறிகள், தயிர், பழங்கள் கலந்த உணவைச் சாப்பிட வேண்டும். அவ்வப்போது கோதுமையையும் சேர்த்துக்கொள்ள வேண்டும். மற்றவர் பருப்பு நெய்க்குப் பதிலாக இறைச்சியைச் சேர்த்துக்கொள்ளலாம். பாலில் எல்லா உணவுப் பகுதிகளும் நமக்கு வேண்டிய அளவில் கலந்து இருக்கின்றன. ஆகவே, பால் எல்லோருக்கும் (முக்கியமாகக் குழந்தைகளுக்கு) சிறந்த உணவாகும். ஆனல், நாம் பாலினலேயே ஜீவித்திருக்க முடியாது. ஏனென்ருல் பாலில் தண்ணீர்ப்பகுதி மிக அதிகம்; வேண்டிய அளவில் உணவுப் பகுதிகள் கிடைக்க நாம் மிக அதிகமான அளவுள்ள பாலைப் பருகவேண்டி-யிருக்கும்.

கேள்விகள் :

1. நாம் உட்கொள்ளும் ஆகாரம் நமக்கு எப்படிப் பயன்படு-கின்றது?
2. உணவின் பகுதிப் பொருள்கள், ஒவ்வொன்றின் அவசியம், ஒவ்வொன்றும் அதிகமாக உள்ள இரண்டு உணவுகள்—இவற்றைக் கூறு.
3. தாதுப்பொருள்களின் அவசியத்தைக் கூறு.
4. வைட்டமின்கள் என்ருல் என்ன? அவற்றின் பிரிவுகள், ஒவ்வொரு பிரிவும் அதிகமாயுள்ள இரண்டு உணவுகள், அவற்றின் குறைவால் நமது உடலுக்கு ஏற்படும் தீமைகள் ஆகியவற்றைக் கூறு.
5. தண்ணீர் உட்கொள்வதனல் ஆகும் பயன்களைக் கூறு.

6. ஆகாரத்தின் வெப்ப அளவு என்றால் என்ன? நமக்குத் தினந்தோறும் எவ்வளவு வெப்ப அளவுள்ள ஆகாரம் வேண்டும்?

7. கலப்பு உணவு என்றால் என்ன? அதன் அவசியத்தை விளக்கு.

8. கைக்குத்தல் அரிசியும், புழுங்கலரிசியும் மில் அரிசியைவிடச் சிறந்தவை. ஏன்?

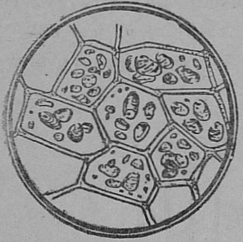
அத்தியாயம் 3

ஆகாரத்தைச் சமைத்தலும், பாதுகாத்தலும்

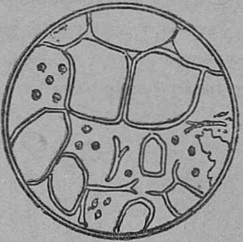
பால், பழம், கொட்டைகள் போன்ற உணவுப் பொருள்களைத் தவிர மற்றவற்றை நாம் சமைத்தே சாப்பிட வேண்டும். சமைத்தலினால் ஆகாரத்திற்கு உருசியும் வாசனையும் உண்டாகின்றன. மேலும் சமைத்த ஆகாரத்தின் ஸெல்களின் சுவர்கள் உடைந்திருக்குமாதலால் ஆகாரம் எளிதாக சீரணமாகும். அன்றியும் சமைத்தலினால் வியாதிக் கிருமிகள் கொல்லப்படுகின்றன.

சமைத்தலில் அனேக விதங்கள் உள்ளன:—(1) தண்ணீரில் வேக வைத்தல், (2) நீராவியில் வேக வைத்தல், (3) பொறித்தல் அல்லது வறுத்தல், (4) சுடுதல்.

பொறித்தல் முறை சிறந்ததல்ல; ஏனென்றால் இம் முறையில் வைட்டமின்கள் போய்விடுவதல்லாமல் பதார்த்தத்தில் ஊறும் கொழுப்புப் பொருள் (நெய், எண்ணெய்) எளிதில் சீரணமாகாது. சுடுதலினால் இக்கெடுதல்கள் ஏற்படுவதில்லை. தண்ணீரில் வேகவைப்பதால், சத்துள்ள



படம் 1. (a)
வேகவைக்காத உருளைக் கிழங்கில் உள்ள ஸ்டார்ச்சு.



படம் 1. (b)
வேக வைத்தபின் உள்ள ஸ்டார்ச்சு.

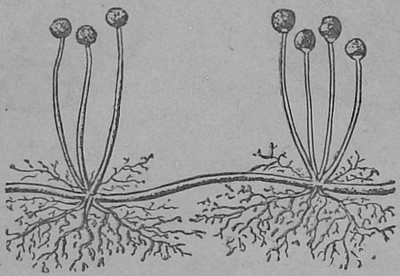
பாகம் தண்ணீருடன் போய்விடும். காய்கறிகளைத் தோலுடன் வேகவைப்பது சிறந்தது. அரிசியை நீராவியில் சமைப்பது நல்ல முறையாகும்.

ஆகாரத்துடன் மிளகாய், புளி, பெருங்காயம் முதலியவற்றைச் சேர்ப்பதால், சுவையும், வாசனையும் ஏற்பட்டு அதனால் சீரண நீர்கள் அதிகமாகக் கொட்டப்படும். ஆகாரம் நன்றாக சீரணமாகும். நல்ல ஆகாரத்தைப் பார்த்ததும் அல்லது வாசனையை நுகர்ந்ததும் வாயில் எச்சில் ஊறுவதில்லையா? ஆயினும், மிளகாய் முதலிய பொருள்களை மிதமிஞ்சி உபயோகப்படுத்தக்கூடாது.

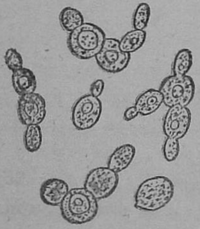
ஆகாரத்தைப் பாதுகாத்தல்

ஆகாரம் கெடாமலிருக்க நாம் பல முறைகளைக் கையாளவேண்டும். இல்லாவிட்டால் அவை தீங்கு விளைவிக்கும் பாக்டீரியாவுக்கு உறைவிடமாகலாம்; அல்லது

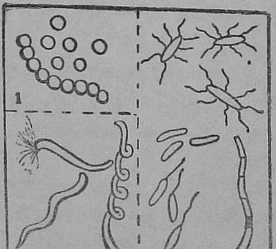
ஈஸ்டினுலும், பூஞ்சக்காளானுலும் கெட்டுவிடலாம். இனிப்பான பொருள் புளித்துப்போவது, காற்றில் உள்ள ஈஸ்டு என்னும் கண்ணுக்குப் புலப்படாத ஒரு - ஸெல்லுள்ள தாவரத்தினுல்தான்.



படம் 2. பூஞ்சு.



படம் 3. ஈஸ்டு.



படம் 4. பாக்டீரியா.

இவ்வாறு கெடாமலிருக்க உரொட்டியை மெழுகுக் காகிதத்தில் சுற்றிவைக்கிருர்கள். ஊறுகாயுள்ள பாத்திரத்தைக் கெட்டியாக மூடி வைக்கிருேம்.

சூரிய வெளிச்சம் பாக்டீரியாவுக்கு விரோதியாகும். ஆகவே, சமயலறை காற்ருேட்டமுள்ளதாகவும் சூரிய வெளிச்சம் தாராளமாய் வரக்கூடியதாகவுமிருத்தல் அவசியம். நமது வீடுகளில் பருப்பு, வற்றல் போன்றவற்றை அடிக்கடி வெய்யிலில் உலர்த்திப் பாத்திரங்களில் மூடிவைப்பது பாக்டீரியாவைத் தடுப்பதற்கே.

ஆகாரங்களைக் குளிர் அலமாரியில் வைத்துக் காப்பாற்றலாம். ஏனென்ருல் அதிகக் குளிர்ச்சியில் பாக்டீரியாக்கள் விருத்தியாகா. பால் புட்டியைச் சுத்தமான துணியால் மூடித் தண்ணீரில் வைத்துப் பாலைக் கெடாமல் காப்பாற்றலாம்.

பாக்டீரியாவின் விருத்தியைத் தடுப்பதற்காகவே நாம் சாதாரண உப்பைக்கொண்டு உணவுகளைக் காப்பாற்றுகிருேம். எலுமிச்சங்காயை உப்பிட்டு உலர்த்தி, வெகு காலம் கெடாமல் வைத்திருக்கலாம்.

உலர்த்திய பண்டங்கள் (உதாரணமாக : அத்திப்பழம், பேரீச்சம்பழம், திராட்சை, காப்பிக்கொட்டை, தேயிலை) வெகுகாலமிருக்கும். ஏனென்ருல், பாக்டீரியாவின் விருத்திக்கு அனுகூலமான ஈரம் இவற்றில் இல்லை.

பழங்கள், இறைச்சி போன்ற ஆகாரப் பொருள்கள் கெடாமலிருக்க, அவற்றைத் தகர டப்பிகளில் வைத்து டப்பிகளைக் கழுத்துவரையில் தண்ணீரில் வைத்து உஷ்ணப் படுத்துவார்கள். அதிக உஷ்ணத்தினுல் பாக்டீரியா இறந்து விடும். உடனே டப்பிகளைக் காற்றுப் புகாதபடி கெட்டியாக மூடிவிடுவார்கள்.

பாலை, பாஸ்டுரைசேஷன் (pasteurization) என்னும் முறையில் கெடாமல் காப்பாற்றலாம். இம்முறையும் மேற்கூறப்பட்ட முறை போன்றதே. லூயி பாஸ்டியூர் (Louis

Pasteur) என்ற விஞ்ஞானி, 1865-ஆம் ஆண்டில் வியாதிக் கிருமிகளின் இருப்பை முதல் முதலாகக் கண்டு பிடித்தார். பாக்டீரியாவின் விருத்திக்கு இருட்டும், தண்ணீரும், 75°—100° பா. உஷ்ண நிலையும் அனுகூலமானவை யென்றும், பாலில் வெகு சுலபமாய்ப் பாக்டீரியா புகுந்து விடுமென்றும் கண்டுபிடித்தார். அவர் ஞாபகார்த்தமாக இம்முறைக்குப் 'பாஸ்டுரைசேஷன் முறை' என்று பெயரிடப்பட்டிருக்கிறது.

கேள்விகள் :

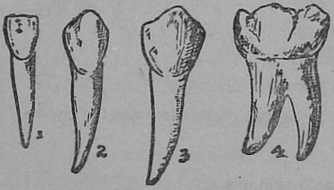
1. ஆகாரத்தைச் சமைத்தலினால் ஏற்படும் நன்மைகளைக் கூறு.
2. சமைத்தலின் விதங்களையும், அவற்றில் எம் முறை சிறந்தது என்பதையும் கூறு.
3. ஆகாரத்தைப் பாதுகாக்கும் முறைகளில் மூன்றை விளக்கு.
4. ஆகாரத்தை ஏன் பாதுகாக்க வேண்டும் ?
5. (*a*) உரொட்டியை மெழுகுக் காகிதத்தில் சுற்றிவைத்தல், (*b*) சில ஆகாரங்களை வெய்யிலில் உலர்த்துதல், (*c*) அறைக்குள் சூரிய வெளிச்சம் தாராளமாக பிரவேசித்தல், (*d*) சாதாரண உப்பினால் சில ஆகாரங்களைப் பாதுகாத்தல் — இவற்றின் அவசியத்தை விளக்கு.
6. பாஸ்டுரைசேஷன் முறையை விளக்கு.

அத்தியாயம் 4

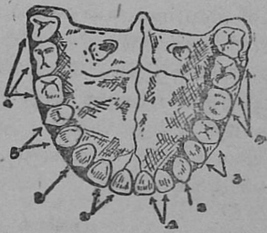
பற்கள்

ஆகாரம் நன்றாக சீரணமடைவதற்கு நமது பற்கள் நன்றாக அமைந்திருத்தல் அவசியம். ஏனென்றால் ஆகாரம் வாயில் நன்றாகத் துண்டிக்கப்படவும், கிழிக்கப்படவும், அரைக்கப்படவும் வேண்டும்.

குழந்தைகளுக்கு ஒவ்வொரு தாடையிலும் பத்து பாற்பற்கள் (milk teeth) முளைக்கின்றன. ஆறிலிருந்து பத்து வயதிற்குள் இவை விழுந்து, நிலையான பற்கள் முளைக்கும். ஒவ்வொரு தாடையிலும் பதினறு நிலைப்பற்கள் நமக்கு உண்டு. இவை நான்கு வகைப்படும். (1) வெட்டும் பற்கள் (incisors); இவை நான்கும் தாடையின் நடுக்கோட்டுக்கு, பக்கத்திற்கு இரண்டாக இருக்கும். இவை உளி போல் கூர்மையாக இருக்கும். இப்பற்கள் ஆகாரத்தைத் துண்டுகளாக வெட்டுவதற்குப் பயன்படும். (2) இரண்டு கோரைப் பற்கள் (canines); இவை கூம்பு வடிவத்தை உடையனவாகவும், கூர்மையாகவுமிருக்கும். இப்பற்கள் ஆகாரத்தைக் கிழிப்பதற்கு உதவும். (3) நான்கு முன்கடைவாய்ப் பற்கள் (premolars); ஆறு பின் கடைவாய்ப் பற்கள் (molars); இப்பற்கள் அகலமாகவும் கூரிய முனைகளை யுடையனவாகவுமிருக்கும். இவை ஆகாரத்தை அரைப்பதற்குப் பயன்படும். படம் 6-இல் நமது வாயில் பற்கள் அமைந்திருக்கும் விதம் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 5.

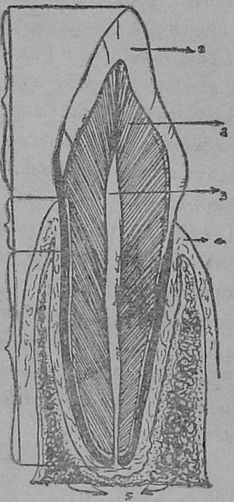


படம் 6.

1. வெட்டும் பற்கள். 2. கோரைப் பற்கள்
3, 4. கடைவாய்ப் பற்கள்.

பல்லின் அமைப்பு

படம் 7-இல் பல்லின் அமைப்பு காட்டப்பட்டிருக்கிறது. பல், தாடை எலும்பில் பற்காரையின் (cement of teeth) உதவியால் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. ஈறுக்கு மேலேயுள்ள பாகம் சிகரம் (crown) எனப்படும். எலும்பில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் பாகம் வேர் (root) ஆகும். சிகரத்திற்கும் வேருக்கும் நடுவேயுள்ளது கழுத்து (neck) எனப்படும். கழுத்து ஈறில் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது.



படம் 7. பல்லின் அமைப்பு. 1. பற்சிப்பி. 2. தந்தினி. 3. பற்கூழ்க்குழி. 4. ஈறு. 5. பற்காரை. 6. வேர். 7. கழுத்து. 8. பற்சிகரம்.

பல்லின் மேல் வெண்மையாகத் தெரிவது பற்சிப்பி (enamel). இது மிகக் கடினமானது. அதற்குக் கீழாக உள்ள தந்தினி (dentine) என்பதைப் பற்சிப்பி காப்பாற்றுகிறது. தந்தினியில் ஒரு இடைவெளியுளது. அதற்குப் பற்கூழ்க் குழி (pulp cavity) என்று பெயர். அதன் வழியாகத்தான் நரம்புகளும், இரத்தக் குழாய்களும் பல்லுக்குள் வருகின்றன.

பற்களைக் காப்பாற்றுதல்

பற்களில் சிப்பி என்னும் பாகம் மிக முக்கியமானது. அது தேய்ந்துவிட்டால் தந்தினி வெளிப்படும். அத் தந்தினியும் தேய்ந்தால் நரம்புகள் முதலியன வெளிப்பட்டுப் பல்வலி உண்டாகும். அப்போது குளிர்ச்சியானதும், தித்திப்

பானதுமான பண்டங்களை உட்கொண்டால் பல் கூசும். ஆகவே, சிப்பி தேய்வுருவண்ணம் பல்லைப் பாதுகாக்க வேண்டும். செங்கற்பொடி போன்றவற்ருல் பற்களைத் தேய்த்தால் சிப்பி தேய்ந்துவிடும். ஆகையால், சிறந்த பற்பொடிகளையே உபயோகிக்க வேண்டும். சன்னமான கரிப்பொடியும், சாதாரண உப்பும் சேர்ந்த கலவையை உபயோ-கப்படுத்தலாம். உரொட்டி உப்பும், சாதாரண உப்பும் சேர்ந்த கலவை சிறந்த பற்பொடியாகும்.

சாப்பிட்டவுடன் நமது வாயைப் பல முறை தண்ணீ-ரால் கொப்பளிக்க வேண்டும். இல்லாவிட்டால் உணவுத் துணுக்குகள் பற்களினிடையே தங்கி, அழுகி, வாய் துர்-நாற்ற மடைவதுமன்றி வியாதிக் கிருமிகளுக்கு உறைவிட-மாகும். இக்கிருமிகளால் வாயில் அமிலங்கள் உண்டாகிச் சிப்பி கரையும். பல் சொத்தை விழுந்து பயோரியா என்னும் நோய் உண்டாகும்.

இத் துணுக்குகளை நீக்குவதற்கு பிரஷ்ஷை உபயோகிப்ப துண்டு. ஆனல், அதைவிட வேல், வேம்பு போன்ற குச்சிகளை உபயோகிப்பது சிறந்தது.

மிகக் கடினமான பதார்த்தங்களைப் பற்களினுல் கடிக்-கக்கூடாது. மிகச் சூடானதும், மிகக் குளிர்ச்சியான-துமான பதார்த்தங்களை விலக்கவேண்டும். ஏனென்ருல், அவற்ருல் சிப்பி உடைந்துவிடும்.

கேள்விகள் :

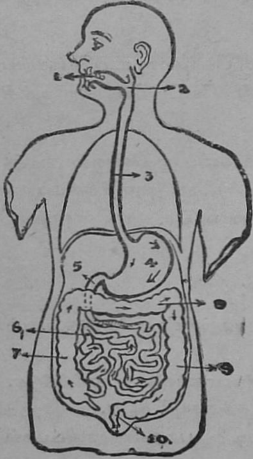
1. பற்களின் வகைகளையும், அவற்றின் வேலைகளையும் விளக்கு.
2. பல்லின் படம் வரைந்து, அதன் பாகங்களைக் குறிப்பிடுக. ஒவ்வொரு பாகத்தின் உபயோகத்தையும் கூறு.
3. பற்களைப் பாதுகாப்பது எப்படி? பாதுகாக்காவிட்டால் என்ன தீங்குகள் நேரிடும்?

அத்தியாயம் 5

செரித்தல் (Digestion)

நாம் உட்கொள்ளும் ஆகாரத்தை இரத்தம் அப்படியே உட்கிரகிக்க முடியாது. அது சில ரசாயன மாறுதல்களை அடைந்த பிறகுதான் இரத்தம் அதைக் கிரகிக்க முடியும். ஆகாரத்தின் இம் மாறுதல்கள் என்ஸைம்கள் (enzymes) என்ற கிரியா ஊக்கிகளால் ஏற்படுகின்றன. இரத்தமானது ஆகாரப் பகுதிகளை உட்கிரகிப்பதற்காக அவற்றில் என்ஸைம்களால் ஏற்படும் மாறுதல்களுக்கு செரித்தல் அல்லது சீரணம் என்று பெயர்.

ஆகாரம் சீரணமடைந்தபின் அது இரத்தத்தினல் உட்கிரகிக்கப்படுகிறது. இக் கிரியைக்கு உட்கிரகித்தல் (absorption) என்று பெயர். கிரகிக்கப்பட்ட ஆகாரத்தை இரத்தம் ஒவ்வொரு ஸெல்லுக்கும் எடுத்துச் செல்லுகிறது. ஸெல்கள் ஆகாரத்தை அந்தந்தத் திசுவாக மாற்றுகின்றன. இதற்குத் தன்மயமாக்கல் (assimilation) என்று பெயர்.



படம் 8.
உணவுப் பாதை.

உணவுப் பாதை

(Alimentary canal)

நாம் உட்கொள்ளும் உணவு செல்லும் பாதை 8-ஆம் படத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கிறது.

அப் பாதையிலுள்ள அவயவங்களாவன :—(1) வாய், (2) தொண்டை, (3) உணவுக்குழல், (4) இரைப்பை, (5) சிறு குடலின்

ஆரம்பமாகிய முன் சிறுகுடல், (6) சிறுகுடல், (7), (8), (9), (10) பெருங்குடலின் பாகங்களாகிய ஏறுகுடல், குறுக்குக் குடல், இறங்கு குடல், மலக் குடல்.

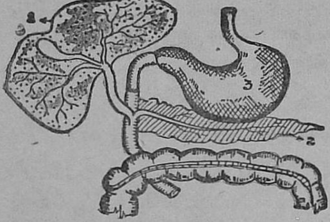
சுரப்பிகள் (glands)

இரத்தத்திலிருந்து தேகத்தின் வேலைகளுக்கு உபயோகமாகும் நீர்களைத் தயார் செய்யும் வேலையையோ, அல்லது அசுத்த நீர்களைப் பிரிக்கும் வேலையையோ செய்யும் அவயவங்கள் சுரப்பிகள் எனப்படும். அனேகமாக எல்லாச் சுரப்பிகளும் தயாரிக்கும் நீர்களை நாளங்களின் (ducts) வழியாக வெளியே தள்ளுகின்றன. நாளமில்லாச் சுரப்பிகளைப் பற்றிப் பின்னால் தெரிந்துகொள்வோம்.

சீரணத்திற்கு உபயோகமாகும் சில சுரப்பிகளைப் பற்றி நாம் தெரிந்துகொள்வோம். நமது வாயில் எச்சில் சுரப்பிகள் ஆறு இருக்கின்றன. எச்சிலில் டயலின் (ptyalin) என்ற என்ஸைம் உள்ளது.

இரைப்பையில் இரைப்பைச் சுரப்பிகள் உள. இவை இரைப்பை நீரைச் சொரிகின்றன. இந் நீரில் பெப்சின், ரெனின் என்ற இரண்டு என்ஸைம்களும், சிறிது ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலமும் இருக்கின்றன.

கல்லீரல் (liver) என்ற சுரப்பி, தேகத்திலுள்ள சுரப்பிகளுள் மிகப் பெரியது. இது வயிற்றின் (abdomen) வலது பக்கத்தில் உதர விதானத்திற்குச் சிறிது கீழாக, முன் சிறுகுடலுக்கு மேலாக இருக்கின்றது. இது, பித்தநீர் என்ற பசுமஞ்சள் நிறமுள்ள சீரண நீரைச் சுரக்கின்றது. பித்த நீர் பித்த நீர்ப்பையில் (gall-bladder) சேகரித்து வைக்கப்படுகிறது. வேண்டும்போது ஒரு நாளம் வழியாகப் பித்த நீர் முன் சிறுகுடலுக்கு வரும்.



படம் 9.
1. கல்லீரல். 2. கணையம். 3. இரைப்பை.

கணையம் (pancreas) என்ற சுரப்பி இரைப்பைக்குக் கீழாக முன் சிறுகுடலின் வளைவில் இருக்கின்றது. இது கணைய நீர் என்னும் சீரண நீரைச் சுரந்து, வேண்டும்போது ஒரு நாளத்தின் வழியாக நீரைக்கொட்டும். கணைய நீரும், பித்த நீரும் முன் சிறுகுடலை அடையும் முன்னரே ஒன்று சேருகின்றன. கணையத்தின் சில பகுதிகளில் இன்சுலின் என்ற ஹார்மோன் உற்பத்தியாகிறது. இது நேராக இரத்தத்தில் கலந்து, சர்க்கரை ஆக்ஸீகரணம் அடைவதற்குப் பயன்படுகிறது. இது போதுமான அளவு இரத்தத்தில் இல்லாவிட்டால் நீரிழிவு (diabetes) என்னும் வியாதி ஏற்படும். அப்போது இன்சுலின் என்னும் மருந்தை ஊசியினுல் தேகத்தில் வைத்தியர்கள் புகுத்துவார்கள்.

சிறுகுடலில் சிறுகுடல் சுரப்பிகள் இருக்கின்றன. இவை சிறுகுடல் நீர் என்னும் சீரண நீரைச் சுரக்கும்.

செரித்தல்

ஆகாரம் வாய்க்குள் சென்றதும் பற்களால் கடிக்கப்பட்டும், கிழிக்கப்பட்டும் அரைக்கப்படுகிறது. எச்சிற்சுரப்பிகள் உமிழ் நீரை (எச்சிலை)க் கொட்டுகின்றன. நாக்கின் உதவியால், அரைக்கப்பட்ட ஆகாரம் எச்சிலோடு நன்றுகக் கலக்கப்படுகிறது. எச்சிலில் உள்ள டயலின் என்ற நொதி (ferment), அதாவது என்ஸைம் ஆகாரத்திலுள்ள ஸ்டார்ச்சை சர்க்கரையாக மாற்றுகிறது. அரிசியை மென்றுல் உண்டாகும் தித்திப்பு உருசிக்கு இதுதான் காரணம்.

எச்சில், சீரணத்திற்கு மாத்திரமின்றி வாயை எப்போதும் ஈரமாகவே வைப்பதினுல், நாம் சுலபமாகப் பேசவும் முடிகிறது. மேலும், ஆகாரத்தைச் சுலபமாக விழுங்கவும் முடிகிறது.

ஆகாரம் தொண்டையிலிருந்து உணவுக்குழல் வழியாகத் தசைகளினுல் தள்ளப்பட்டு இரைப்பைக்குச் செல்லுகிறது.

இரைப்பையின் சுவர்கள் தசைகளினுலானவை. ஆகாரம் அதனுட் சென்றதும் தசைகள் சுருங்கித் தளர்வடைந்துகொண்டே இருக்கின்றன. அதனுல், ஆகாரம் நன்ருகக் கடையப்பட்டு, இரைப்பைச் சுரப்பிகளால் சொரியப்படும் இரைப்பை நீருடன் நன்ருகக் கலக்கப்படுகின்றது. இரைப்பை நீரில் உள்ள பெப்சின் என்ற நொதி புரோட்டீனைக் கரையும் பொருளாகவும், ரெனின் என்ற நொதி பாலைத் தயிராகவும் மாற்றுகின்றன. இரைப்பை நீரிலுள்ள ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலம் இரண்டு நொதிகளுக்கும் உதவி புரிவதல்லாமல், தாதுப் பொருள்களைக் கரைக்கவும், வியாதிக் கிருமிகளை கொல்லவும் செய்கிறது. இரைப்பையில் ஆகாரம் சுமார் நான்கு மணி நேரம் தங்கி, பாகாக (chyme) மாறுகின்றது.

இரைப்பைக்கும் முன் சிறு குடலுக்கும் நடுவில் குடல் வாய் என்ற சுருக்குத் தசை (sphinctral muscle) உளது. இரைப்பையில் ஆகாரம் முழுவதும் பாகாக மாறினவுடன், இத் தசை நிமிடத்திற்கு ஒரு முறை திறந்து அதற்கு வழி விடுவதால், ஆகாரம் சிறுகுடலுக்குக் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக வருகிறது.

முன் சிறுகுடலில் ஆகாரம் வந்ததும் பித்தநீரும், கணைய நீரும் முறையே பித்தநீர்ப் பையிலிருந்தும், கணையத்திலிருந்தும் வெளிப்பட்டு ஒன்று சேர்ந்து, முன் சிறுகுடலுக்கு வரு-

கின்றன. பித்த நீர், கணைய நீரிலுள்ள ஸ்டீப்ஸின் (steapsin) அல்லது லைப்பேஸ் (lipase) என்னும் நொதியின் உதவியைக் கொண்டு கொழுப்பைப் பயஸ்யமாக்குகிறது; அதாவது கொழுப்பு-அமிலங்களாகவும், கிளிசரினாகவும் மாற்றுகிறது (emulsifies). கணைய நீரிலுள்ள ட்ரிப்ஸின் (trypsin) என்னும் நொதி, சீரணமாகாத புரோட்டீனைக் கரையும் அமினோ அமிலங்களாக மாற்றுகிறது. கணைய நீரிலுள்ள மற்றொரு நொதியாகிய அமிலாப்ஸின் அல்லது அமிலேஸ் (amylase) சீரணமாகாத ஸ்டார்ச்சைச் சர்க்கரையாக மாற்றுகிறது. இப்போது ஆகாரம் குடல் பாலாக (chyle) மாறிவிடுகிறது.

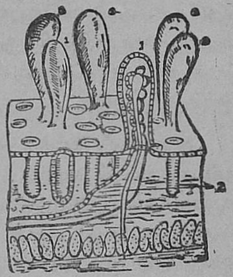
சிறுகுடல் சுமார் இருபது அடி நீளமுள்ள ஒரு குழாய். அதன் சுவர்களில் உள்ள சிறுகுடல் சுரப்பிகள் சிறுகுடல் நீரைச் சொரிகின்றன. இந் நீரில் எரிப்சின், சுக்ரேஸ், மால்டேஸ், லாக்டேஸ் என்ற என்ஸைம்கள் உள்ளன. இவை கணைய நீருக்கு உதவியாக, கரையாத புரோட்டீன்களையும், கார்போ-ஹைடிரேட்டுகளையும் சீரணிக்கின்றன. சிறுகுடலின் தசைச் சுவர்கள் ஆகாரத்தைக் குடலின் வழியாகத் தள்ளுகின்றன. சுமார் 10 முதல் 12 மணி நேரம், ஆகாரம் சிறுகுடலில் தங்குகிறது. எல்லா ஆகாரமும் சீரணிக்கப்பட்டு, இரத்தத்தினால் இங்கு உறிஞ்சப்படுகிறது.

மீதியாக இருக்கும் பொருள், பெருங்குடலுக்குச் செல்லுகிறது. பெருங்குடல், சுமார் ஆறு அடி நீளமுள்ள குழாய். தண்ணீர் பெருங்குடலின் சுவர்களினால் கிரகிக்கப்பட்டு, திப்பி மலக்குடலில் தங்குகிறது. இது தினந்தோறும் வெளியே தள்ளப்படுகிறது.

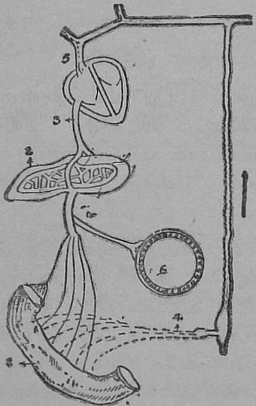
ஆகாரம் இரத்தத்தோடு கலத்தல்

சீரணித்த ஆகாரத்தின் வெகு சிறு பாகமே இரைப்பையில் இரத்தத்துடன் கலக்கிறது. பெரும்பாலான ஆகாரம் சிறுகுடலில்தான் இரத்தத்தோடு கலக்கிறது. சிறுகுட-

படம் 10. (*a*)
1. குடல் உறிஞ்சிகள்.



படம் 10. (*b*)
2. குடற்பாற் குழல்.



படம் 11.
சிறுகுடலிலிருந்து ஆகாரம் இருதயத்திற்குச் செல்லுதல். 1. சிறுகுடல். 2. கல்லீரல். 3. கீழ்ப்பெருஞ்சிரை. 4. குடற்பாற் குழல்கள். 5. மேற்பெருஞ்சிரை, 6. இரைப்பை.

லின் சிலேட்டுமப் படலம் (mucous membrane) முழுவதும் ஏராளமான விரல் போன்ற மிக நுண்ணிய குடல் உறிஞ்சிகள் (villi) என்ற அவயவங்கள் இருக்கின்றன. இவற்றில் இரத்த தந்துகிகள் (capillaries) உள்ளன. குடல் உறிஞ்சிகளின் நடுவே குடற்பாற் குழல் (lacteal) என்னும் குழாய் இருக்கின்றது.

இரத்த தந்துகிகளிலுள்ள இரத்தம், சவ்வூடு பரவல் (osmosis) என்னும் விதிப்படி சீரணமான ஆகாரப் பொருளை உட்கிரகிக்கின்றது. ஆகாரச் சத்து அடங்கிய இரத்தம் கல்லீரல் வழியாகச் செல்லுகின்றது. கல்லீரல் ஆகாரத்திலுள்ள சர்க்கரையைப் பிரித்-

தெடுத்து க்ளைக்கொஜன் (glycogen) என்ற கல்லீரல் ஸ்டார்ச்சாகச் சேமித்து வைத்துக்கொள்ளுகிறது. பிறகு இரத்தம், கீழ்ப்பெருஞ்சிரை (inferior vena cava) வழியாக இருதயத்திற்குச் செல்லுகிறது.

ஆனால் சீரணித்த கொழுப்பு, தந்துகிகளுக்குச் செல்லாமல் குடற்பாற் குழல்கள் மூலமாக உறிஞ்சப்பட்டு நிணநீர்க்குழாய்களின் (lymphatic tubes) மூலமாக மார்பு நிணநீர் நாளத்துடன் (thoracic duct) சேருகிறது. இந்நாளம் கழுத்துப் பாகத்தில் காறையெலும்புக்கடியில் பெருஞ்சிரையில் இரத்தத்துடன் கலந்து விடுகிறது. மார்பு நிணநீர் நாளத்தின் மூலமாக (thoracic duct) பெருஞ்சிரையில் இரத்தத்துடன் கலந்து விடுகிறது.

சீரண சம்பந்தமான சில சுகாதார விதிகள்

ஆகாரத்தை நன்ருக வாயினல் மென்று உட்கொள்ள வேண்டும். அப்போதுதான் வாயிலேயே ஸ்டார்ச்சு எல்லாம் சர்க்கரையாக மாறும். அவசரமாக உட்கொண்டால் அசீரணம், வயிற்றுவலி, தலைவலி போன்ற வியாதிகள் உண்டாகும்.

இரைப்பையில் ஆகாரம் சுமார் நான்கு மணி நேரம் இருக்குமாதலாலும், இரைப்பைக்கு ஒரு மணி நேரமாவது ஓய்வு அவசியமாதலாலும் ஆகாரம் உட்கொண்டு ஐந்து மணி நேரத்திற்குள் மறுபடியும் ஆகாரம் உட்கொள்ளக் கூடாது. நன்ருகப் பசித்துச் சாப்பிடுவதே சிறந்த முறையாகும். அப்போதுதான் சீரண நீர்கள் தங்கள் வேலைகளைச் சரிவரசெய்யும். அளவுக்கு மிஞ்சினல் அமுதமும் நஞ்சாகும். சிறந்த ஆகாராமாயினும் அதிகமாக இரைப்பையில் திணித்தால், அது கடையும் வேலையைச் சரியாகச் செய்யமுடியாது. மேலும் இரைப்பைநீர் குறைந்த அள்வில் சொரியப்படுவதுமன்றி, வீரியக் குறைவாகவுமிருக்கும்; சீரணம் கெடும். ஆகாரம் நொதிப்படைந்து புளிப்பு,

துர்வாசனையுள்ள மூச்சு, வெள்ளைப் படிவமுள்ள நாக்கு, அசீரணம், ஆகாரம் உட்கொள்ள அருவருப்பு போன்ற கெடுதிகள் நேரிடும். மலச்சிக்கலும் உண்டாகும்.

ஆகாரத்தைக் குறிப்பிட்ட வேளைகளில் உட்கொள்ளுவதுதான் சிறந்த முறையாகும்.

ஆகாரம் உட்கொள்ளும்போது பல முறை தண்ணீரைப் பருகக்கூடாது. அதிகமாகக் குடித்தால் சீரண நீர்களின் வீரியம் குன்றும். சாப்பாடு முடிந்ததும் ஒரு கோப்பை தண்ணீரும், சிறிது நேரம் பொறுத்து மறுபடியும் ஒரு கோப்பை தண்ணீரும் பருகுவது நலம்.

அதிக உஷ்ணமான அல்லது குளிர்ச்சியான பானங்கள், இரைப்பைச் சுரப்பிகளைக் கெடுத்து அசீரணத்தை உண்டாக்கும்.

சாப்பிடும்போது சந்தோஷ மனத்துடன் இருத்தல் அவசியம். துக்கம், கோபம் போன்ற உணர்ச்சிகளுடன் நாம் உணவு உட்கொண்டால் சீரண நீர்கள் சரியாகச் சொரியப்படமாட்டா.

சாப்பிட்டவுடன் ஓய்வு எடுத்துக்கொள்வது அவசியம். அப்போதுதான் இரைப்பைக்கும், சிறு குடலுக்கும் அதிக இரத்தம் சென்று ஆகாரம் நன்ருகக் கிரகிக்கப்படும். வேறு வேலைகளைச் செய்வதால் சீரண அவயவங்களுக்குச் செல்லவேண்டிய இரத்தம் குறைவுபட்டு அசீரணம் உண்டாகும்.

ஆல்கஹால் போன்ற பானங்கள் உணவு அல்ல. அவற்றை உட்கொள்ளுவதால், அளவுக்கு மிஞ்சி இரைப்பையின் சுவர்கள் அழற்சி அடைகின்றன. இரைப்பையில் புண்கள் ஏற்படும். இரைப்பை சரியாக வேலை செய்யாது. ஆகவே, அசீரணம் முதலிய வியாதிகள் ஏற்பட்டு தேகசுகம் கெடும். மேலும் இப் பானங்களினுல் நரம்புகள் சொரணையற்றுப்போகும்.

கல்லீரல்

இது நமது தேகத்திலுள்ள சுரப்பிகளுள் மிகப் பெரியதும் முக்கியமானதுமாகும். இது கருஞ் சிவப்பு நிற முள்ளது. இதன் இருப்பிடம் முன்னமே கூறப்பட்டுள்ளது.

கல்லீரலின் வேலைகள் மிக முக்கியமானவை: (1) கல்லீரல், பித்த நீரை இரத்தத்தினின்றும் தயாரிக்கிறது. பித்த நீர் சீரணத்திற்கு எவ்விதம் உதவுகின்றது என்று முன்னமேயே தெரிந்து கொண்டோம். (2) பித்தநீர் விஷப்பொருள்களை அழிப்பதுமன்றித் திப்பியை வெளியே தள்ளவும் உபயோகமாகிறது. (3) கல்லீரல் இரத்தத்திலிருந்து சர்க்கரையைப் பிரித்து, க்ளைக்கொஜன் என்ற கல்லீரல் ஸ்டார்ச்சாகச் சேமித்து வைக்கிறது. அவ்வப்போது மறுபடியும் சர்க்கரையாக மாற்றிச் சிறிது சிறிதாக இரத்தத்துடன் கலக்கச் செய்து உடலுக்குக் கொடுக்கும். (4) இரத்தத்திலிருந்து சிறுநீர் உப்பைத் (urea) தயாரிக்கிறது.

பித்தநீர் சிறுகுடலுக்குச் சரியாகச் செல்லாவிட்டால், அது இரத்தத்துடன் கலந்து 'மஞ்சட்காமாலை' என்ற வியாதியை உண்டாக்கும்.

மலச்சிக்கல் (constipation)

ஆகாரத்தின் திப்பி மலக்குடலிலிருந்து சரியாக வெளித்தள்ளப்படாமலிருக்கும் நிலை மலச்சிக்கல் எனப்படும். அப்போது திப்பி அழுகி, விஷப் பொருள்கள் உண்டாகி, இவை இரத்தத்துடன் கலந்து விடுகின்றன. தலைவலி, பசியின்மை, வாயுப் பிடிப்பு, சோர்வு, சுரம் போன்ற வியாதிகள் உண்டாகும்.

எளிதில் சீரணமாகாத பொருள்களை உட்கொள்ளுதல், தூக்கமின்மை, தேகாப்பியாசம் இல்லாமை, ஆல்கஹால், கஞ்சா போன்ற விஷப்பொருள்களை உட்கொள்ளுதல், ஒழுங்கின்றி ஆகாரம் உட்கொள்ளுதல் இவை போன்ற காரணங்களினால் மலச்சிக்கல் ஏற்படுகிறது.

இதைப் போக்க அனேக முறைகளை அனுசரிக்கலாம்: (1) குறிப்பிட்ட வேளையில் மலத்தை வெளித்தள்ளும் பழக்கத்தை ஏற்படுத்திக்கொள்ளுவது. (2) படுக்கப்போகும்போது அல்லது அதிகாலையில் ஒரு கோப்பைத் தண்ணீரை உட்கொள்ளுதல் அவசியம். (3) கீரை வகைகளையும், காய்கறிகளையும், பழங்களையும் நிறைய உட்கொள்ள வேண்டும். காய்கறிகளில் சீரணமாகக் கூடிய பகுதிகள் கொஞ்சமே. அவைகளில் மலத்தை வெளியே தள்ளப் பயன்படும் செல்லுலோஸ் (cellulose) என்னும் நார்ப் பொருள் இருக்கின்றது. (4) தேகப்பயிற்சி தினந்தோறும் செய்யவேண்டும். முக்கியமாக வயிற்றின் தசைகள் இயங்கக்கூடிய தேகாப்பியாசம் அவசியம்.

கேள்விகள்:

1. உணவுப் பாதையின் படம் வரைந்து அதன் பாகங்களைக் குறிப்பிடு.
2. செரித்தல், உட்கிரகித்தல், தன்மயமாக்கல் — இவற்றை விளக்கு.
3. சுரப்பிகள் என்றால் என்ன? உதாரணங்கள் கொடு.
4. அரிசியை மென்றால் ஏன் தித்திப்பாக இருக்கிறது?
5. உமிழ் நீரின் உபயோகங்களைக் கூறு.
6. இரைப்பை, சிறுகுடல் — இவற்றில் ஆகாரம் சீரணிக்கப்படுவதை விளக்கு.
7. சுருக்கு தசைக்கு உதாரணம் கூறு.
8. குடற்பாற் குழல் என்பது என்ன?
9. பெருங்குடலின் வேலையை விளக்கு.
10. ஆகாரம் எங்கு, எப்படி கிரகிக்கப்படுகிறது?
11. சீரண சம்பந்தமான சில சுகாதார விதிகளைக் காரணங்களுடன் விளக்கு.
12. மலச்சிக்கல் என்றால் என்ன? அது எக் காரணங்களினால் ஏற்படுகின்றது? அதனால் உண்டாகும் கெடுதிகள் யாவை? அதைத் தடுப்பது எப்படி?
13. கல்லீரல், தேகத்தின் எந்தப் பாகத்தில் உள்ளது? அதன் முக்கிய வேலைகள் என்ன?

அத்தியாயம் 6

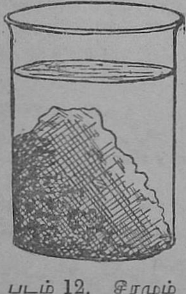
இரத்த ஓட்டம்

இரத்தத்தின் பாகங்கள்

ஒரு துளி இரத்தத்தை மைக்ரோஸ்கோப்பின் வழியாகப் பார்த்தால் அதில் மஞ்சள் நிறமுள்ள திரவமும், திரவத்தில் மிதந்துகொண்டிருக்கும் சிவப்பு, வெள்ளை இம்மிகளும் (particles) இருப்பதாகத் தெரியவரும்.

சிவப்பு இம்மிகள் சிவப்பணுக்கள் எனவும், வெள்ளை இம்மிகள் வெள்ளை அணுக்கள் எனவும் பெயர் பெறும். மஞ்சளான திரவம் பிளாஸ்மா எனப்படும். அதிக சூட்டி-னல் ஏற்படும் கொப்புளங்களிலிருந்து வெளிவரும் திரவமே பிளாஸ்மா ஆகும். பிளாஸ்மாவில் சீரம் என்னும் திரவமும், அதில் கரைந்துள்ள வைபிரினஜன் (fibrinogen) என்ற புரோட்டீன் பொருளும் உள்ளன. காற்றுப்பட்டால் பின்னது வைபிரின் (fibrin) என்ற திரி போன்ற பொருளாக மாறும்.

ஒரு முகவையில் சிறிது இரத்தத்தைக் காற்றுப் படும்படி வைத்தால், கொஞ்ச நேரத்தில் ஒரு கருமையான திடபதார்த்தமாகவும், மஞ்சள் திரவமாகவும் அது பிரி-வதைப் பார்க்கலாம். இம் மஞ்சள் திரவமே சீரமாகும்; இதில் உணவுச் சத்துக்கள் இருக்கின்றன. கருமை-யான திடபதார்த்தம் இரத்த உறைவு (clot) எனப்படும்; இதில் இரத்த அணுக்-களும், வைபிரினும் உள்ளன.



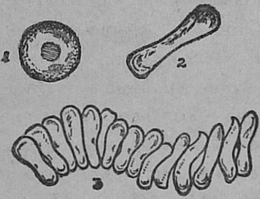
படம் 12. சீரமும் இரத்த உறைவும்.

மேற் கூறப்பட்ட இரத்தத்தின் குணம் மிக முக்கியமானது. நமது தேகத்தில் காயம் ஏற்பட்டால் அதன் வழியாக வெளிவரும் இரத்தம் காற்றுப்-பட்டதும் உறைந்து விடுவதால் துவாரம்

அடைபட்டு, மேற்கொண்டு இரத்த நஷ்டம் ஏற்படுவது தடுக்கப்படுகிறது. தேகத்திலிருந்து அதிக இரத்தம் வெளிச்செல்வது உயிருக்கே அபாயகரமானது.

இரத்த அணுக்கள்

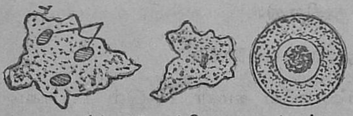
இவை இரத்தத்தில் ஏராளமாக உள்ளன. இவை இருவகைப்படும். (1) சிவப்பணுக்கள், (2) வெள்ளை அணுக்கள்.



படம் 13. சிவப்பணுக்கள். 1. எதிர்த்தோற்றம். 2. பக்கத் தோற்றம். 3. அணு அடுக்கு.

(1) சிவப்பணுவின் எதிர்த்தோற்றம் வட்டமாகவும், பக்கத்தோற்றம் இருபுறக் குழிவாகவும் (bi-concave) இருக்கும். ஒரு அணுவின் சராசரி விட்டம் $\frac{1}{3200}$ அங்குலமாகும். சுமார் 5,000,000 அணுக்கள் சேர்ந்தால் அவற்றின் பருமன் ஒரு கன மிலிமீடர் இருக்கும்.

சிவப்பணுக்கள்தான் இரத்தத்திற்குச் சிவப்பு நிறத்தைக் கொடுக்கின்றன. இவற்றில் அயத்தின் கூட்டுப்பொருளை உடைய ஹீமோகுளோபின் (haemoglobin) என்ற இரத்த நிறச் சத்து உளது. இந்த அணுக்கள் பிராணவாயுவை உறிஞ்சி, செல்களுக்கு எடுத்துச் செல்லும்; கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடைக் கிரகித்துச் சக்தியை வெளியேற்றும்.


படம் 14. வெள்ளை அணுக்கள்.

(2) வெள்ளை அணுக்களின் எண்ணிக்கை மிகக் குறைவு. சுமார் 500 சிவப்பணுக்களுக்கு ஒரு வெள்ளை அணு இருக்கும். இவை நிரந்தரமான உருவத்தை உடையன அல்ல; உருவம் மாறிக்கொண்டே இருக்கும்.

இவை பல வேலைகளை உடையன. பாக்டீரியா தேகத்தினுள் புகுந்தால் (உதாரணமாகக் காயங்களின் வழியாக) வெள்ளை அணுக்கள் அவற்றுடன் சண்டையிட்டுக் கொன்றுவிடும். ஆனால், பாக்டீரியாவின் தொகை அதிகமாகவும், வியாதியினால் பீடிக்கப்பட்ட வெள்ளை அணுக்களின் வீரியம் குறைவாகவுமிருந்தால், சண்டையில் வெள்ளை அணுக்கள் தோல்வியுற்று மனிதன் நோய்வாய்ப்படுவான். கொப்புளங்களிலிருந்து வெளிவரும் சீழ் என்பது நசித்துப்போன பாக்டீரியாவும் வெள்ளை அணுக்களுமே. ஒரு கொப்புளத்தைச் சுற்றியுள்ள சிவந்த பாகம் பாக்டீரியாவுக்கும் வெள்ளை அணுக்களுக்கும் நடக்கும் சண்டையின் தளமாகும். கொப்புளத்தைப் போரிகக் கரைசல் அல்லது டிங்ச்சர் அயொடினைக் கொண்டு கழுவினால், வெள்ளை அணுக்கள் பாக்டீரியாவுடன் சுலபமாகப் போரிடும். வெள்ளை அணுக்கள், நசித்துப்போன திசுக்களைப் புதுப்பிக்கின்றன.

(3) சிவப்பு, வெள்ளை அணுக்களைத் தவிர இரத்தத்தில் பிளேட்டுலெட்டுக்கள் (platelet) என்ற மற்றொரு வகை அணுக்களும் உள்ளன. இவை சிவப்பணுக்களைவிட அளவில் சிறியனவாகவும், எண்ணிக்கையில் சிறியனவாகவும் இருக்கும். இரத்தம் உறைவதற்கு இவை உதவுகின்றன.

பிளாஸ்மா

பிளாஸ்மாவிலுள்ள சீரம் ஆகாரச் சத்தைத் தேகத்தின் ஸெல்களுக்குக் கொடுத்து, அங்கு உண்டாகும் அசுத்தங்களை எடுத்துக் செல்லுகிறது.

இரத்தத்தின் வேலைகள்

நமது தேகத்தின் எடையில் சுமார் 13-இல் 1 பாகம் இரத்தமாகும். மயிர், நகம், மேல்தோல் இவற்றைத் தவிர இரத்தமில்லாத இடமே தேகத்தில் கிடையாது.

இரத்தம் திரவ ரூபத்திலிருப்பதால் அது தேக முழுவதும் செல்ல முடிகிறது.

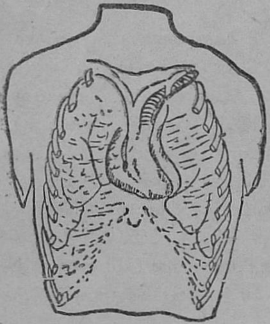
1. இரத்தம் தேகத்தின் ஸெல்களுக்கு ஆகாரச் சத்தையும், பிராணவாயுவையும் கொடுக்கிறது. 2. ஸெல்களில் உண்டாகும் அசுத்தங்களைக் குறிப்பிட்ட அவயவங்களுக்கு எடுத்துச் சென்று வெளியே போகச் செய்கிறது. 3. தேகத்தில் வியாதிக் கிருமிகள் புகுந்தால், வெள்ளை அணுக்கள் அவற்றுடன் சண்டையிட்டு வியாதி வராமல் காப்பாற்றுகின்றன. 4. இரத்த ஓட்டத்தினுல் நமது தேகத்தின் உஷ்ணநிலை ஒரே சீராக இருக்கிறது. 5. இரத்தத்திலிருந்து சுரப்பிகள் நீர்களைத் தயாரிக்கின்றன. 6. நாளமில்லாச் சுரப்பிகளிலிருந்து திரவங்களைத் திசுக்களுக்கு எடுத்துச் செல்லுகிறது.

இருதயம்

இரத்த ஓட்ட சம்பந்தமான அவயவங்கள் நான்காகும். அவையாவன :—இருதயம், தமனிகள், சிரைகள், தந்துகிகள். பின்னவை மூன்றும் இரத்தக் குழாய்களாகும். இவற்றில் இருதயம் மிக முக்கியமானதாகும். ஏனென்றுல், அதுதான் இரத்தத்தைத் தேக முழுவதும் பரவச் செய்கிறது.

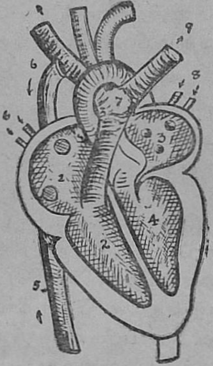
இருதயம், மார்பில் இரு நுரையீரல்களுக்கு நடுவே மார்பெலும்புக்குப் பின்னுல் இருக்கிறது. அது தாமரை மொக்கு வடிவத்தை உடையது. அகலமான பாகம் மேலாகவும், கூர்மையான பாகம் கீழாகவும் இருக்கும்; இடது பக்கம் சிறிது சாய்ந்தும் இருக்கும். அதன் பருமன் அவரவர் கை முஷ்டி அளவாகும். இருதயம் தசையினுல் ஆகிய பை போன்றது.

அது இருதய உறை (pericardium) என்ற உறையினுல் மூடப்பட்டுள்ளது. உறையினுள் ஒரு திரவம் இருக்கின்றது. இருதயம் சுருங்கித் தளர்வடையும்போது கெடுதி வராமல் இது காப்பாற்றும்.



படம் 15.

இருதயமும், நுரையீரல்களும்.



படம் 16.

இருதயத்தின் அறைகளும், அதைச் சேர்ந்த இரத்தக் குழாய்களும்.

1. வலது மேலறை, 2. வலது கீழறை, 3. இடது மேலறை, 4. இடது கீழறை, 5. கீழ்ப் பெருஞ்சிறை, 6. மேற் பெருஞ்சிரை, 7. நுரையீரல் தமனி, 8. நுரையீரல் சிரைகள், 9. மகாதமனி.

படம் 17.

இருதயத்தின் எதிர்த்தோற்றம்.

இருதயத்தில் நான்கு அறைகள் இருக்கின்றன. மேல் இரண்டு அறைகள் வலது, இடது மேலறைகள் (auricles) எனப்படும்; கீழிரண்டு அறைகள் வலது, இடது கீழறைகள் (ventricles) எனப்படும். வலது மேலறைக்கும் கீழறைக்கும் நடுவில் முக்கோண வடிவமுள்ள சவ்விலான மூவிதழ் வால்வு (tricuspid valve) இருக்கின்றது. இடது மேலறைக்கும் கீழறைக்கும் நடுவில் ஈரிதழ் வால்வு (bicuspid valve) இருக்கின்றது. இரண்டு வால்வுகளும் கீழ் நோக்கித் திறக்கும். வலது அறைகளும் இடது அறைகளும்

இடைச்சுவரால் (septum) பிரிக்கப்பட்டிருப்பதால் வலது பக்கத்திலுள்ள இரத்தம் இடது பக்கத்திலுள்ள இரத்தத்துடன் கலக்க முடியாது.

இடது அறைகள் வலது அறைகளைவிட வலுவானவை. ஏனென்றால், இருதயமானது இடது அறைகளிலுள்ள இரத்தத்தைத் தேக முழுவதும் ஓடச் செய்யவேண்டும். வலது அறைகளிலுள்ள இரத்தமோ அருகாமையிலுள்ள நுரையீரல்களுக்குத்தான் செல்லவேண்டும்.

இரத்தக் குழாய்கள்

தமனிகள் (arteries) :—இருதயத்திலிருந்து இரத்தத்தை எடுத்துச் செல்லும் குழாய்கள் தமனிகள் எனப்படும். தமனிகளில் மிகப் பெரியது மகாதமனி (aorta) எனப்படும். இது இடது கீழறையிலிருந்து சுத்த இரத்தத்தை எடுத்துச் செல்லுகிறது. இதிலிருந்து கிளைத் தமனிகள் தேகத்தின் பல பாகங்களுக்குச் செல்லுகின்றன.

வலது கீழறையிலிருந்து அசுத்த இரத்தத்தை நுரையீரல் தமனி எடுத்துச் செல்லுகிறது. அது முதலில் இரண்டாகப் பிரிந்து, நுரையீரலுக்கு ஒன்றாகச் செல்லுகிறது. பிறகு ஒவ்வொன்றும் பல கிளைகளாகப் பிரிகின்றன.

கீழறைகளிலிருந்து இரத்தம் புறப்படும் இடங்களில் அர்த்த சந்திர வால்வுகள் (semi-lunar valves) இருக்கின்றன. இருதயத்திலிருந்து தமனிக்குச் செல்லும் இரத்தம் திரும்பி இருதயத்திற்கு வராமல் இவை தடுக்கும்.

சிரைகள் (veins) :—இருதயத்திற்கு இரத்தத்தை எடுத்துச் செல்லும் குழாய்கள் சிரைகள் எனப்படும். தேகத்தின் பல பாகங்களிலும் உண்டாகும் அசுத்தங்களை எடுத்துக் கொள்வதால் அசுத்தமடையும் இரத்தம் சிறிய சிரைகள் வழியாகவும், பிறகு பெரிய சிரைகள் வழியாகவும், கடைசியாக மிகப்பெரிய இரண்டு சிரைகளாகிய கீழ்ப் பெருஞ்சிரை

(inferior vena cava), மேற் பெருஞ்சிரை (superior vena cava) வழியாகவும் இருதயத்தின் வலது மேலறைக்கு வந்து சேருகின்றது. மேற் பெருஞ்சிரை தேகத்தின் மேற்பாகங்களிலுள்ள அசுத்த இரத்தத்தையும், கீழ்ப் பெருஞ்சிரை கீழ்ப்பாகங்களிலுள்ள அசுத்த இரத்தத்தையும் இருதயத்திற்குக் கொண்டு வருகின்றன.

நான்கு நுரையீரல் சிரைகள் சுத்த இரத்தத்தை இடது மேலறையில் கொட்டுகின்றன.

தந்துகிகள் (capillaries):—இருதயத்திலிருந்து கிளம்பும் தமனிகள் சிறிய சிறிய கிளைகளாகப் பிரிகின்றன. கடைசியாக அவை மிக நுட்பமான குழாய்களாகப் பிரிகின்றன. அப்போது தான் இரத்தம் ஒவ்வொரு செல்லுக்கும் பிராணவாயுவையும் ஆகாரத்தையும் கொடுத்து அங்கு உண்டாகும் அசுத்தங்களைக் கிரகிக்க முடியும். தமனிகளையும் சிரைகளையும் இணைக்கும் மிக நுட்பமான இரத்தக் குழாய்கள் தந்துகிகள் எனப்படும். நுரையீரல் தந்துகிகள், அசுத்தமான கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடைக் காற்றறைகளுக்குக் கொடுத்துப் பிராணவாயுவைக் கிரகிப்பதால், இரத்தம் சுத்தமடைகிறது. தந்துகிகளின் சுவர்கள் மிக நுட்பமாதலால், வாயுக்கள் அவற்றின் வழியாக சுலபமாகச் செல்லும்.

இரத்த ஓட்டம்

இருதயமானது இரட்டைப் பம்ப்பாக வேலை செய்கிறது. வலது பக்கம் ஒரு பம்ப்பாகவும், இடது பக்கம் மற்றொரு பம்ப்பாகவும் வேலை செய்கின்றன. இருதயத் தசைகள் சுருங்கித் தளர்ச்சி அடைந்துகொண்டே இருக்கின்றன.

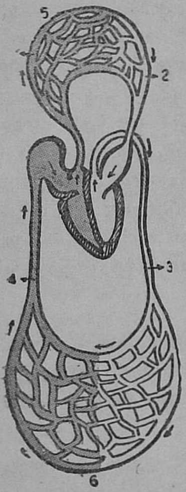
தேகத்தின் பல பாகங்களிலிருந்து அசுத்த இரத்தத்தைக் கீழ்ப் பெருஞ்சிரையும், மேற் பெருஞ்சிரையும் இருதயத்தின் வலது மேலறைக்குக் கொண்டுவருகின்றன. அதே சமயத்தில் நுரையீரல் சிரைகள் சுத்த இரத்தத்தை இடது

மேலறைக்குக் கொண்டு செல்கின்றன. மேலறைகள் சுருங்குவதால், அவற்றிலுள்ள இரத்தம் வால்வுகள் வழியாகக் கீழறைகளுக்கு வருகின்றது. இப்பொழுது கீழறைகள் சுருங்குவதாலும், இதழ் வால்வுகள் மூடிக்கொள்வதாலும், வலது கீழறையிலுள்ள அசுத்த இரத்தம் நுரையீரல் தமனி வழியாக நுரையீரல்களுக்கும், இடது கீழறையிலுள்ள சுத்த இரத்தம் மகாதமனி வழியாகத் தேகத்தின் பல பாகங்களுக்கும் வெளியே தள்ளப்படுகிறது. உடனே கீழறைகள் தளர்ச்சி யடைந்து விரிவடைகின்றன. மறுபடியும் மேலறைகளிலிருந்து கீழறைகளுக்கு இரத்தம் வரும்.

மேற் கூறப்பட்டதிலிருந்து இரத்த ஓட்டம் இரு வகைப் படும் என்று தெரிய வருகிறது. (1) நுரையீரல் இரத்த ஓட்டம் (pulmonary circulation), (2) பொது இரத்த ஓட்டம் (general or systematic circulation).

நுரையீரல் இரத்த ஓட்டம் :—கீழ்ப் பெருஞ்சிரை, மேற் பெருஞ்சிரை வழியாக வலது மேலறைக்கு வரும் அசுத்த இரத்தம், அவ்வறை சுருங்குவதால் வலது கீழறைக்குச் செல்லுகிறது. உடனே கீழறை சுருங்குவதால், அசுத்த இரத்தம் நுரையீரல் தமனி வழியாகவும், கிளைத் தமனிகள் வழியாகவும் நுரையீரல்களுக்குச் செல்லுகிறது. அங்கு தந்துகிகளாகப் பிரிந்து, தந்துகிகள் நுரையீரல்களிலுள்ள காற்றறைகளின்மேல் செல்லுகின்றன. இப்போது வாயுமாற்றம் ஏற்படுகிறது. அசுத்த இரத்தம் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடைக் காற்றறைகளுக்குக் கொடுத்து அங்குள்ள பிராண வாயுவைக் கிரகித்துச் சுத்தமடைகிறது. சுத்த இரத்தம் நுரையீரல் சிரைகளின் வழியாக இருதயத்தின் இடது மேலறைக்கு வந்து சேருகின்றது.

ஆகவே, நுரையீரல் இரத்த ஓட்டத்தில் அசுத்த இரத்தம் சுத்தமடைகிறது.



படம் 18.
இரத்த ஓட்டம்.
1. நுரையீரல் தமனி.
2. நுரையீரல் சிரை.
3. தேகத் தமனி. 4. தேகச்சிரை. 5, 6. தந்துகிகள்.

பொது இரத்த ஓட்டம்:— இடது மேலறைக்கு வரும் சுத்த இரத்தம் அவ்வறை சுருங்குவதால் இடது கீழறைக்குத் தள்ளப்படுகிறது. கீழறை சுருங்குவதால் இரத்தம் மகா தமனி வழியாக வெளியே தள்ளப்படுகிறது. மகாதமனி கிளைத் தமனிகளாகவும், தந்துகிகளாகவும் பிரிகின்றது. தந்துகிகள் ஒவ்வொரு செல்லுக்கும் செல்லும்போது, அவற்றிலுள்ள இரத்தம் செல்களுக்குப் பிராண வாயுவையும், ஆகாரச் சத்தையும் கொடுத்து, அங்கு உண்டாகும் அசுத்தங்களைக் கிரகித்துக் கொள்வதால் அசுத்தமடைகிறது. அசுத்த இரத்தம் தந்துகிகளிலிருந்து சிரைகளுக்குச் செல்லுகிறது. கடைசியாகக் கீழ்ப் பெருஞ் சிரை வழியாகவும், மேற் பெருஞ் சிரை வழியாகவும் அசுத்த இரத்தம் இருதயத்தின் வலது மேலறையில் கொட்டுகிறது.

மேற் கூறப்பட்ட முக்கிய இரத்த ஓட்டங்களைத் தவிர போர்ட்டல் இரத்த ஓட்டம் (portal circulation), சிறுநீரக இரத்த ஓட்டம் (renal circulation) என்றவற்றைப் பற்றியும் சிறிது தெரிந்துகொள்வோம்.

போர்ட்டல் இரத்த ஓட்டத்தில், சிறு குடலில் இரத்தம் ஆகாரத்தைக் கிரகித்துக் கொண்டபின், இரத்தமானது போர்ட்டல் சிரை வழியாகக் கல்லீரலுக்குச் செல்லுகிறது. கல்லீரலில் இரத்தத்திலுள்ள சில அசுத்தங்கள் எரிக்கப் பட்டு, அவை பித்தநீராக மாற்றப்படுகின்றன. மேலும்

கல்லீரல் இரத்தத்திலிருந்து சர்க்கரையைப் பிரித்துக் க்ளைக்கோஜனைக் (glycogen) சேமித்து வைக்கிறது. பிறகு, இரத்தம் கீழ்ப் பெருஞ்சிரை வழியாக இருதயத்திற்கு வருகின்றது.

சிறுநீரக இரத்த ஓட்டத்தில், இரத்தம் சிறுநீரகங்களுக்குச் (kidneys) செல்லும்போது, அங்கு இவை சிறுநீர் என்னும் அசுத்த நீரை இரத்தத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கின்றன. பிறகு இரத்தம், கீழ்ப்பெருஞ் சிரை வழியாக இருதயத்திற்கு வருகின்றது.

இருதயத் துடிப்பு (heart-beat)

நமது மார்பில் இருதயமிருக்குமிடத்தில் காதை வைத்தால், அல்லது மார்புச் சோதினியை (stethoscope) உபயோகித்தால், ஒரு நீண்ட அடக்கமான சப்தத்தையும், அதைத் தொடர்ந்து சிறிது பலமான சப்தத்தையும் கேட்கலாம். இச் சப்தம் விட்டு விட்டு நிமிடத்திற்கு 72 முறை கேட்கும். இதற்கு இருதயத் துடிப்பு எனப் பெயர். இரத்தம் மேலறைகளிலிருந்து கீழறைகளுக்கு வரும்போது இதழ் வால்வுகள் திறப்பதால் உண்டாகும் சப்தமே அடக்கமான சப்தமாகும். கீழறைகள் பழைய நிலையை அடையும்போது அர்த்தசந்திர வால்வுகள் மூடிக்கொள்ளுகின்றன ; அப்போது பலமான சப்தம் உண்டாகிறது.

நாடித் துடிப்பு (pulse)

இருதயத்தின் இடது கீழறை சுருங்கும்போதெல்லாம் இரத்தம் மகாதமனி வழியாக அலை அலையாகத் தள்ளப்படுகிறது. ஆகவே, இரத்தம் தமனிகள் வழியாகவும் இம்மாதிரியே செல்லுகின்றது. தமனிகள் வழியாகச் செல்லும் இரத்த அலைகளின் ஓட்டம் நாடித் துடிப்பு எனப்படும். இது நிமிடத்திற்குச் சுமார் 72 ஆகும். எங்கெங்குத் தமனி, தோலுக்கு அருகாமையில் உளதோ அங்கங்கே விரல்களை

வைத்துப் பார்த்தால் நாடித் துடிப்பு தெரியும். மணிக்கட்டிலும், காதுக்கு அருகாமையிலும் நாடித் துடிப்பு நன்ருகத் தெரியும்.

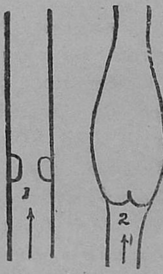
தேகப்பயிற்சி செய்யும்போது நாடித் துடிப்பு அதிகமாக இருக்கும்.

தமனிகளுக்கும் சிரைகளுக்குமுள்ள வித்தியாசங்கள்

1. தமனிகள் இருதயத்திலிருந்து இரத்தத்தை எடுத்துச் செல்கின்றன; நுரையீரல் தமனிகளில் அசுத்த இரத்தமும், தேகத் தமனிகளில் சுத்த இரத்தமும் உள்ளன. சிரைகள் இருதயத்திற்கு இரத்தத்தைக் கொண்டு செல்லும்; நுரையீரல் சிரைகளில் சுத்த இரத்தமும், தேகச் சிரைகளில் அசுத்த இரத்தமும் உள்ளன.

2. தமனிகள் அனேகமாகத் தோலுக்கு வெகு கீழாக இருக்கும். சிரைகள் தோலுக்கு அருகாமையிலிருக்கும்.

3. தமனிகளில் வால்வுகள் இல்லை (ஏன் அவசியமில்லை?). சிரைகள் முழுவதும் ஆங்காங்கு வால்வுகள் உண்டு. ஏனென்றால், சிரைகளில் இரத்த ஓட்டத்தின் வேகம் மிகக் குறைவாதலாலும், இரத்தம் இருதயத்தை நோக்கிச் செல்லவேண்டியது அவசியமாதலாலும் சிரைகளில் வால்வுகள் அவசியம்.



படம் 19. சிரை. 1. வால்வு திறந்துள்ளது. 2. வால்வு மூடியுள்ளது.

4. தமனிகளின் சுவர்கள் தடித்திருக்கும். சிரைகளின் சுவர்கள் மெல்லியதாக இருக்கும்.

5. தமனிகளில் இரத்தம் அலை அலையாகச் செல்லும். சிரைகளில் இரத்தம் ஒரே சீராகச் செல்லும்.

தேகப்பயிற்சியும் இரத்த ஓட்டமும்

நாம் கடினமான வேலைகளைச் செய்யும்போது இருதயம் வேகமாக வேலை செய்வதை நாம் உணருகிறோம். அதே மாதிரியாக, தேகாப்பியாசம் செய்யும்போது இருதயம் வேகமாக வேலை செய்வதால், தசைகளுக்கு அதிக இரத்தம் செல்லுகிறது. அதனால் அதிக அசுத்தம், வேர்வை மூலமாக வெளியே தள்ளப்படுகிறது. தேகப் பயிற்சி இருதயத்தைப் பலப்படுத்துகிறது.

ஆனால், மிதமிஞ்சி தேகாப்பியாசம் செய்வது தப்பு. இருதயம் அதிக வேலையினால் கெட்டுவிடும்.

தேகப் பயிற்சியினால் ஏற்படும் இதர நன்மைகள் :— (1) அதிகமான கொழுப்புப் பொருள்கள் எரிக்கப்படுகின்றன. (2) தசைகள் பலமடைகின்றன. (3) மூளைக்கு அதிகமான சுத்த இரத்தம் செல்வதால், அது பலமடைகின்றது. (4) நுரையீரல்கள் அதிகமாக விரிவடைவதால், அதிக பிராண வாயு உட்கொள்ளப்பட்டு அதிக அசுத்தம் வெளிப்படுகின்றது. (5) சீரண சம்பந்தமான வியாதிகள் ஏற்படா.

நிணநீர் மண்டலம் (lymphatic system)

இம் மண்டலத்தில் நிணநீர் (lymph) என்ற திரவம் உள்ளது; இம் மண்டலம் நிணநீர் இடைவெளிகள் (lymph spaces), நிணநீர்க் குழாய்கள், நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் முதலியவற்றால் ஆனது. நிணநீர் பிளாஸ்மாவைப் போன்ற ஒரு நிறமற்ற திரவம். இதில் சிவப்பு அணுக்கள் கிடையா. வெள்ளை அணுக்கள் அதிகமாக உள்ளன.

படம் 20. நிணநீர் இடங்கள்.
1. நிணநீர். 2. தசை செல்கள்.
3. இரத்த தந்துகிகள்.
4. நிணநீர்த் தந்துகிகள்.

ஆகாரச் சத்து இரத்தக் குழாய்களிலிருந்து வெளி வந்தாலன்றி செல்களுக்கு ஆகாரம் கிடைக்காது. தந்துகி-களின் மெல்லிய சுவர்களின் வழியாக பிளாஸ்மாவோடு கலந்து ஆகாரம் வெளி வருகிறது. ஆனால் ஒவ்வொரு செல்லுக்கும் தந்துகிகள் செல்லா. செல்களுக்கு நடுவில் நிணநீர் இருக்கிறது. ஆகாரம் நிணநீரின் உதவியால் ஒவ்-வொரு செல்லுக்கும் செல்லுகிறது. அப்படியே அசுத்-தங்கள் இரத்தத்திற்குச் செல்லுகின்றன. மேலும் தேகத்-தில் ஏதாயினும் ஒரு காயம் ஏற்பட்டால், அவ்விடத்தில் நிண நீரில் உள்ள சத்துப் பொருள்கள் சேதமடைந்த திசுக்களைப் புதுப்பிக்கின்றன. நிணநீரிலுள்ள வெள்ளை அணுக்கள் வியாதிக் கிருமிகளைக் கொன்று தேகத்தைப் பாது-காக்கும்.

இரத்தத்திலுள்ள பிளாஸ்மா திசுக்களுக்குச் சென்ற-பிறகு திரும்பவும் இரத்தத்திற்கு வராமற்போனால், இரத்தம் கட்டியாகப் போய்த் திசுக்கள் பெருக்கும். ஆகவே, பிளாஸ்மா அடங்கிய நிணநீர் திரும்பவும் இரத்தத்திற்கு வரவேண்டியது அவசியம். நிணநீரைத் திரும்பவும் இரத்தத்-திற்கு எடுத்துச் செல்லும் குழாய்கள் நிணநீர்க் குழாய்கள் எனப்படும். இவற்றில் வால்வுகள் இருக்கின்றன.

இரத்த ஓட்டம் ஆதியந்தமில்லாத வட்டப்பாதையில் செல்லுகிறது என்று கூறலாம். ஆனால், நிணநீர் ஓட்டம் ஓரிடத்தில் ஆரம்பித்து மற்றோரிடத்தில் முடிகிறது. நிண-நீர்க் குழாய்கள் நிணநீர் இடைவெளிகளில் ஆரம்பித்து, சிறிய குழாய்கள் பெரிய குழாய்களாகிக் கடைசியில் இரண்டு பெரிய குழாய்கள் கழுத்துக்கருகில் உள்ள காறை யெலும்புகளுக்குக் (collar bones) கீழேயுள்ள இரண்டு சிரைகளில் நிணநீரைக் கொட்டுகின்றன.

நிணநீரானது இடைவெளிகளிலிருந்து சரிவர ஓடாமல் தங்கினால், நீர்க்கோவை (dropsy) என்ற வியாதி ஏற்படு-கின்றது.

சிறுகுடலில் குடல் உறிஞ்சிகளிலுள்ள குடற்பாற் குழல்களில் (lacteals) நிணநீர் உளது. இது கொழுப்புப் பொருளைக் கிரகிக்கின்றது என்று முன்னமே தெரிந்து கொண்டோம்.

நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் :—இவை நிணநீர்க் குழாய்களில் ஆங்காங்கு பருத்துள்ள பாகங்களாகும். இவற்றின் வழி-யாக நிணநீர் செல்லும்போது அது சுத்தப்படுத்தப்-படுகிறது. அக்குள்களிலும், அரைப் பூட்டுக்களிலும் (groins) இச் சுரப்பிகள் அதிகம். இச் சுரப்பிகளிலுள்ள சில செல்கள் இரத்தத்திற்குச் சென்று அங்கு வெள்ளை அணுக்-களாக மாறுகின்றன. இச் சுரப்பிகள் விஷப் பொருள்களை அழிக்கும்.

மண்ணீரல் (spleen)

இது ஒரு நாளமில்லாச் சுரப்பியாகும் (ductless gland). இது முட்டை வடிவமாகவும், நீல நிறமாகவும் உள்ள உறுப்-பாகும். இது உதர விதானத்திற்குக் கீழாகவும், இரைப்-பைக்கு இடது பக்கத்திலும் உளது.

இதன் வேலைகள் பின்வருமாறு ஆகும்:—(1) சிவப்பு, வெள்ளை அணுக்களை உண்டாக்குவது, (2) நாட்பட்ட சிவப்-பணுக்களை அழிப்பது, (3) பொதுவாக அசுத்தங்களை அழிப்பது. இக்காரணங்களினால்தான் தேகத்தில் மலேரியா கிருமிகள் புகுந்தால் மண்ணீரல் பெருக்கின்றது.

கேள்விகள் :

1. இரத்தத்தின் பாகங்களையும், ஒவ்வொரு பாகத்தின் உப-யோகங்களையும் கூறு.
2. தோற்றத்தில் சிவப்பணுக்களையும், வெள்ளை அணுக்களை-யும் ஒப்பிடு.
3. இரத்தத்தின் வேலைகளைக் கூறு.
4. இருதயத்தின் படம் வரைந்து பாகங்களைக் குறிப்பிடுக.

5. இருதயத்தின் வலது அறைகளையும், இடது அறைகளையும் ஒப்பிடு.
6. இருதயம் எங்கு இருக்கிறது? அதன் பருமன் என்ன?
7. தமனிகளையும் சிரைகளையும் ஒப்பிடு.
8. தந்துகிகளின் வேலை யாது?
9. இரத்த ஓட்டத்தின் பிரிவுகளைக் கூறி, ஒவ்வொன்றையும் விளக்கு.
10. இரத்தம் (1) வலது மேலறையிலிருந்து புறப்பட்டு இடது மேலறைக்கு வரும் வரையிலும், (2) இடது மேலறையிலிருந்து புறப்பட்டு வலது மேலறைக்கு வரும் வரையிலும், அது செல்லும் வழியையும் அதில் உண்டாகும் மாறுதல்களையும் கூறு.
11. இருதயத் துடிப்பு, நாடித் துடிப்பு—இவற்றை விளக்கு.
12. தேகப்பயிற்சியின் அவசியத்தை விளக்கு.
13. நிணநீர் மண்டலத்தின் வேலை யாது?
14. மண்ணீரல் என்பது யாது? அதன் வேலைகள் யாவை?
15. இரத்தம் எப்பொழுதும், ஒரே திசையில் செல்லுவது எப்படி சாத்தியமாகிறது?
16. இருதயத்தின் வலது பாகத்துக்கும் இடது பாகத்துக்கும் இடையே தசைச்சுவர் இருப்பது ஏன்?
17. இருதயத்தின் வலது அறைகளைவிட இடது அறைகள் அதிக வலுவுள்ளவை. ஏன்?

அத்தியாயம் 7

கழிவு (Excretion)

நமது தேகத்தில் ஒவ்வொரு விநாடியும் அசுத்தங்கள் உண்டாகிக்கொண்டே இருக்கின்றன. இவை தேகத்திலிருந்து நீக்கப்படாவிட்டால், தேகம் நோய்வாய்ப்படும். தேகத்திலிருந்து அசுத்தங்களை நீக்கும் மண்டலம் கழிவு மண்டலம் எனப்படும்.

தேகத்திலுள்ள திசுக்கள் ஆக்ஸிகரணம் அடைவதால், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, தண்ணீர், சிறுநீர் உப்பு,

(urea), அங்கக (organic) அசுத்தங்கள் முதலியன உண்டாகிக் கொண்டே இருக்கின்றன. அவை தேகத்தினின்றும் விலக்கப்படவேண்டியது அவசியம்.

அசுத்தங்கள்	வெளிப் போக்கும் உறுப்பு
தண்ணீர்	தோல், சிறுநீரகம், நுரையீரல்
கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு	நுரையீரல்
உப்புகள்	சிறுநீரகம், தோல்
அங்கக அசுத்தம்	நுரையீரல்

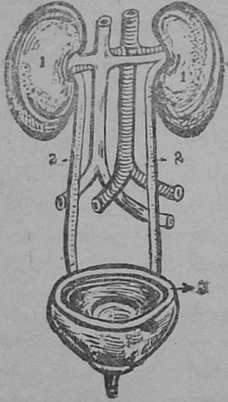
நுரையீரல்களிலிருந்து கார்பன் - டை - ஆக்ஸைடும், நீராவியும் எப்படி வெளிப்படுகின்றன என்று நான்காம் படிவத்தில் நாம் விவரமாகப் படித்தோம்.

உட்சுவாசத்தின்போது நாம் காற்றை உட்கொள்ளுகிறோம். காற்று நுரையீரல்களிலுள்ள காற்றறைகளுக்குச் செல்லுகின்றது. காற்றறைகளின்மேல் இரத்த தந்துகிகள் செல்லுகின்றன. இவற்றில் அசுத்த இரத்தம் இருக்கின்றது. காற்றறைகளுக்கும், தந்துகிகளுக்கும் வாயு மாற்றம் ஏற்படுகிறது. இரத்தம் பிராணவாயுவைக் கிரகித்துக் கொண்டு, தன்னிடமுள்ள கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடையும், தண்ணீரையும், அங்கக அசுத்தங்களேயும் வெளி விடுகின்றது. வெளிச் சுவாசத்தின்போது இவை வெளி வருகின்றன.

ஒரு குழாயின் வழியாக நீர்த்த கந்தக அமிலத்தில் ஊதினல், அது கருநிறமடைவது அங்கக அசுத்தங்களினல்தான். ஒரு குழாயின் வழியாகச் சுண்ணும்பு நீரில் ஊதினல், அது பால் நிறமாக மாறுகிறது ; நாம் வெளிவிடும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடினல் இம்மாறுதல் ஏற்படுகின்றது. ஒரு பலகையின்மேல் வாயால் ஊதினல், பலகையின்மேல் நீர்த் துளிகள் படிவதைக் காணலாம்.

சிறுநீரகங்கள்

இவை அவரை விதை போன்ற இரு உறுப்புகள். வயிற்றின் பின்புறத்துடன் இவை இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவை உதர விதானத்திற்குச் சற்றுக் கீழாகவும் முதுகெலும்புக்குப் பக்கத்திற்கு ஒன்றுகவும் இருக்கின்றன.



படம் 21

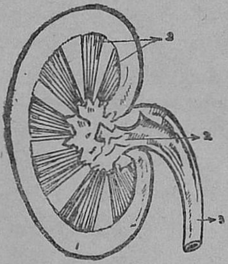
1. சிறு நீரகம். 2. சிறு நீர்க் குழாய். 3. சிறு நீர்ப் பை.

சுமார் 4 அங்குல நீளமும், $2\frac{1}{2}$ அங்குல அகலமும், 1 அங்குல கனமும் உள்ளவை.

சிறுநீரகத்தின் வெளிச்சுவர் கார்ட்டெக்ஸ் (cortex) எனப்படும். குவிந்த உட்பாகம் பெல்விஸ் (pelvis) என்றும், பெல்விஸுக்கும், கார்ட்டெக்ஸுக்கும் இடையிலுள்ள பாகம் மெடுல்லா என்றும் வழங்கும். பெல்விஸின் சில பாகங்களில்தான் முக்கோண வடிவமுள்ளதும் விசிறி போன்றதுமான பாகங்கள் இருக்கின்றன. இவற்றிற்குப் பிரமிடுகள் (pyramids) என்று பெயர். இவை கண்ணுக்குத் தெரியாத அனேக நுண்ணிய குழாய்களால் ஆனவை. பிரமிடுகளின் உச்சிகள் உட்புறத்திலுள்ள குழியுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இக்குழிதான் சிறுநீர்க் குழாயாக (ureter) நீண்டிருக்கிறது.

மகாதமனியின் கிளைத் தமனிகள் சிறுநீரகங்களுக்குச் செல்லுகின்றன. அங்கு பல கிளைகளாகப் பிரிந்து கடைசியில் தந்துகிகளாகின்றன. சிறுநீரகங்கள் இரத்தத்திலிருந்து சிறுநீர் என்னும் அசுத்த நீரைப் பிரித்தெடுத்துச் சிறுநீர்க்குழாயின் வழியாகச் சிறுநீர்ப் பைக்கு அனுப்பு-

கின்றன. சிறுநீர்ப் பை (bladder) என்பது ஒரு தசைப் பையாகும். இது நிரம்பினதும் சிறு-நீரை நாம் வெளிவிடுகிறோம்.



படம் 22
1. பிரமிடுகள், 2. குழி, 3. சிறுநீர்க்குழாய்.

சிறுநீரில் தண்ணீரும், சிறுநீர் உப்பும் (urea), வேறு சில உப்புக்களும், சிறுநீர் அமிலமும், மிகக் குறைந்த அளவில் அங்கக அசுத்தங்களும் இருக்கின்றன.

சிறுநீர் உப்பு என்பது விஷப் பொருளாகும். அது இரத்தத்தி-லிருந்து அகற்றப்படுதல் அவசியம். வியாதிகளின் காரணங்களைத் தெரிந்துகொள்ள, வைத்தியர்கள் சிறுநீரைப் பரீட்சித்துப் பார்க்கிறார்கள். இதிலிருந்து சிறு நீரகத்தின் முக்கியத் தன்மை தெளிவாகிறது.

சாதாரணமாக, ஒரு மனிதன் தினந்தோறும் 50 அவுன்ஸ் சிறுநீரை வெளிவிடுகிறான். ஆனால் அதன் அளவு சீதோஷ்-ணத்திற்குத் தக்கபடியும், உட்கொள்ளும் நீருக்குத் தக்க-படியும், உணர்ச்சிக்குத் தக்கபடியும் மாறும்.

பயத்தினால் அதிக சிறுநீர் வெளியாகலாம். காப்பி போன்ற பானங்களை அதிகம் குடிப்பவர்கள் அதிக சிறு-நீரை வெளிவிடுவார்கள். கோடைக்காலத்தில் வேர்வை அதிகமாகவும், சிறுநீர் குறைவாகவும் வெளிவரும். குளிர் காலத்தில் தோலில் உள்ள துவாரங்கள் சுருங்குவதாலும், வேர்வைச் சுரப்பிகள் தங்கள் வேலையை அவ்வளவு சுறு-சுறுப்பாகச் செய்யாததாலும் வேர்வை குறைவாகவும் சிறு-நீர் அதிகமாகவும் வெளிவரும்.

தோல்

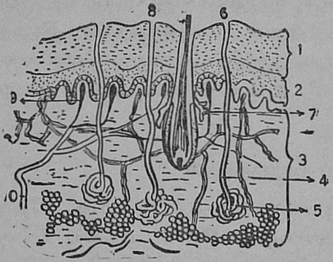
நமது தேகம் தோலினால் மூடப்பட்டிருக்கிறது. (1) அது தேகத்திலுள்ள உறுப்புக்களைக் காப்பாற்றுகின்றது.

தேகத்தை வியாதிக் கிருமிகளினின்றும் காப்பாற்றுகின்றது. (2) தோல், வேர்வை என்னும் அசுத்த நீரை வெளியேற்று கின்றது. (3) நமது தேகத்தின் உஷ்ணநிலை ஒரே சீராக இருக்க இது பேருதவியாக இருக்கின்றது. (4) இது ஒரு தொடு (touch) உணர்ச்சி இந்திரியமாகும். உஷ்ணம், குளிர்ச்சி, கடினம், வழவழப்புப் போன்ற உணர்ச்சிகளுக்கு இதுதான் காரணமாகும். (5) மேலும் எண்ணெய் போன்ற பொருள்களை உறிஞ்சும் சக்தி தோலுக்கு உண்டு.

தோல் என்பது மேல்-தோல் (epidermis), அடித் தோல் (dermis) என்ற இரண்டு பாகங்களையுடையது. சூட்டுக் கொப்புளம் ஏற்பட்டால் மேல்தோலானது அடித்தோலிலிருக்கும் இரத்தக் குழாய்களிலிருந்து வெளிவரும் சீரத்தினுல் உப்புகின்றது (bulges). மேல்-தோலின் மேல்புற செல்கள் அழிந்துகொண்டேயிருக்கின்றன; மேல்-தோலின் அடியில் புதிய செல்கள் உற்பத்தியாகின்றன. இவை மேலே வந்து அழியும்; கீழே புதிய செல்கள் உற்பத்தியாகும். மேல்-தோல் சில இடங்களில் அதிக கனமாகவும், மற்ற இடங்களில் கனம் குறைவாகவும் இருக்கும். உதாரணமாக, அதிக உபயோகத்திலிருக்கும் உள்ளங்கையிலும் அடிக்காலிலும் தோல் கனமாக இருக்கும். விரல் முனைகளில் மேல்-தோல் மிகக் கடினமான நகமாக மாறுகின்றது. மேல்-தோல்தான் மயிராகவும் மாறுகின்றது. மேல்தோலின் அடியில் உள்ள செல்களில் இருக்கும் நிறமி (pigment) என்னும் பொருளால் தோலுக்கு நிறம் ஏற்படுகின்றது.

அடித்தோல் மிக முக்கியமான பாகமாகும். 23-ஆம் படத்தில் காட்டியபடி இதில் பல முக்கிய பாகங்கள் உள்ளன. இரத்தக் குழாய்களும் நரம்புகளும் அடித்தோல் அரும்புகளில் நின்றுவிடுகின்றன. ஏனென்ருல் மேல்-தோல் வெளிப்புறத்தில் இருப்பதால், அங்கிருந்தால் அவை நசித்துவிடும். வேர்வைச் சுரப்பிகளின்மேல் இரத்த தந்துகி-

கள் செல்லுகின்றன. சுரப்பிகள் இரத்தத்திலிருந்து வேர்வை என்னும் அசுத்த நீரைப் பிரித்து நாளங்களின் வழியாக வெளியே அனுப்புகின்றன. வேர்வையில் தண்ணீரும், உப்புக்களும், சிறிது சிறுநீர் உப்பும் இருக்கின்றன.



படம் 23. தோல்.
1. மேல்-தோல். 2. நிறமி. 3. அடித் தோல். 4. வேர்வை நாளம். 5. வேர்வைச் சுரப்பிகள். 6. தோல் துவாரம். 7. எண்ணெய்ச் சுரப்பி. 8. மயிர். 9. நரம்பணுக்கள். 10. இரத்தக்குழாய்.

கொழுப்புச் சுரப்பிகள் (படத்தில் உருண்டையாக இருப்பவை) இரத்தத்திலிருந்து கொழுப்புப் பொருளைச் சேகரித்து வைத்துக் கொண்டு அவ்வப்போது தேகத்திற்கு இரத்தத்தின் மூலமாகக் கொடுக்கின்றன.

மயிர்கள், மயிர்க்கால்களில் உற்பத்தியாகி வெளிவருகின்றன. இவற்றுக்கு எண்ணெய்ச் சுரப்பிகள் எண்ணெயைக் கொடுக்கின்றன. அதனால் நமது தோல் எண்ணெய்ப் பசை உள்ளதாக இருக்கின்றது.

நமது தோலின் முக்கிய வேலைகளில் தேக உஷ்ண நிலையை ஒரே சீராக வைத்துக்கொள்வது ஒன்றாகும். உஷ்ணநிலை ஏன் எப்போதும் 98·4° பா.-விலேயே இருக்கின்றது? வெய்யிற் காலங்களில் தோல் துவாரங்கள் பெரிதாகி அதிக வேர்வை வெளிவருவதால் குளிர்ச்சி ஏற்பட்டு உஷ்ணநிலை மாறாதிருக்கின்றது. குளிர்காலங்களில் துவாரங்கள் சுருங்குவதால் வேர்வை குறைவாக வெளி வருகின்றது. மேலும் வேர்வைச் சுரப்பிகள் நரம்புகளினால்

தூண்டப்பட்டு வேலே செய்வதால், அவற்றின் வேலே சீதோஷ்ணத்திற்குத் தக்கபடி மாறுகின்றது. நாம் தேகாப்பியாசம் செய்யும்போது அதிக உஷ்ணத்தால் இரத்த தந்துகிகள் விரிவடைவதால், அதிக வேர்வை வெளிவருகிறது; அதனுல் குளிர்ச்சி ஏற்பட்டு உஷ்ணநிலே மாருதிருக்கின்றது.

தோலேப் பாதுகாத்தல்

மேற்சொன்ன விஷயங்களிலிருந்து நமது தேக ஆரோக்கியத்தைப் பாதுகாப்பதில் தோல் முக்கிய பங்கு எடுத்துக்கொள்கிறது என்று அறிகிருேம். ஆகவே, நாம் தோலேச் சுத்தமாக வைத்துக்கொள்வது மிக மிக அவசியம்.

தோலிலிருந்து வெளிவரும் வேர்வையில் தண்ணீரும் உப்புக்களும் இருக்கின்றன. தண்ணீர் ஆவியாக மாறி உப்புத் தங்கிவிடும். மேலும் எண்ணெய்ச் சுரப்பிகளிலிருந்து வரும் எண்ணெயும் தோலுக்கு வருகின்றது. நாம் தினந்தோறும் தோலேத் தேய்த்து ஸ்நானம் செய்யாமற் போனுல் இவ்வசுத்தங்களினுல் துவாரங்கள் அடைபட்டுப் போய் வேர்வை சரிவர வெளிவராமல் வியாதிகள் ஏற்படும். மேலும் அசுத்தத்தால் தோலானது பாக்டீரியாவுக்கு உறைவிடமாகும். சொறி, சிரங்கு, கட்டிகள், படை (ring worm) முதலிய தோல் வியாதிகள் உண்டாகும். வேர்வை சரிவர வெளிவராததால் தேகத்தின் உஷ்ணநிலே பாதிக்கப்பட்டுச் சுரம் வரலாம். ஆகவே, நாம் தோலேச் சுத்தமாக வைத்துக் கொள்ளவேண்டும்.

ஸ்நானம் செய்தல்

ஸ்நானம் செய்வதற்கு ஏற்றது தண்ணீரே. தண்ணீர் சுத்தமாக இருத்தலவசியம். கிராமங்களிலுள்ள குளங்கள் பெரும்பாலும் அசுத்தத் தண்ணீரையே உடையன. ஒரே

குளம் குளிப்பதற்கும், குடி தண்ணீருக்கும் உபயோகப் படுத்தப்படுகிறது. கிராமத்தார் இந் நிலைமையைச் சீர்ப் படுத்த வேண்டும்.

காலையில் குளிர்ந்த நீரில் நீராடுவது தோலுக்கு விறு-விறுப்பைக் கொடுக்கும். இதனுல் ஜலதோஷம் தவிர்க்கப் படும். தோலின் கெட்ட நிலைமையினுல் ஜலதோஷம் அடிக்கடி உண்டாகும்.

நமது தோலை எப்போதும் உடைகளை அணிந்து மூடிவைக்கக் கூடாது. காற்றும், சூரிய ஒளியும் தோலின் மேல் நன்ருகப் படவேண்டும். கிராமவாசிகள் தூரத்தி-லுள்ள நீர்நிலைகளுக்குக் காலையில் நடந்து சென்று நீராடி வருவார்கள். அவர்கள் பட்டணவாசிகளை விட தேக ஆரோக்கியத்துடனிருப்பதற்கு இது ஒரு முக்கிய காரண-மாகும். ஸ்நானம் செய்யும்போது தோலை நன்ருக ஒரு துணியால் தேய்த்தால், இறந்த செல்கள் நீக்கப்பட்டு இரத்த ஓட்டம் நன்ருக நடைபெறும்.

ஆனுல், குளிர்ந்த நீரில் ஸ்நானம் செய்தவுடன் ஒருவ-னுடைய தேகம் சிலிர்த்தால் அவனுக்குக் குளிர்ந்த நீர் உகந்ததல்ல. அவன் வெந்நீரிலேயே ஸ்நானம் செய்ய வேண்டும். எண்ணெய் தேய்த்து ஸ்நானம் செய்ய எல்-லோருக்கும் வெந்நீர் சிறந்தது. ஏனென்ருல், வெந்நீருக்குக் குளிர்ந்த நீரைவிடத் தோலின் மேலுள்ள கொழுப்புப் பொருளை நீக்கும் சக்தி அதிகம்.

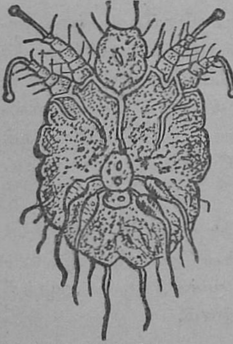
ஸ்நானம் செய்தவுடன் நமது தேகத்தின்மேல் குளிர்ந்த காற்று வீசாமல் பாதுகாத்துக்கொள்ள வேண்டும். இல்லா-விடில், ஜலதோஷம் பிடிக்கலாம்; மூச்சுக்குழல் அழற்சி (bronchitis) என்னும் வியாதி ஏற்படலாம்.

தோல் வியாதிகள்

இவை சுலபமாகத் தொற்றும் நோய்கள். இவற்றில் முக்கியமானது படை. இது ஒருவித பாக்டீரியாவினுல்

ஏற்படுகின்றது. படையினுல் பீடிக்கப்படும் இடம் உப்பி, சிவந்து, கசிந்து அரிப்பை உண்டாக்கும். நக இடுக்குகளில் இக் கிருமிகள் புகுந்துகொண்டு, நகங்களினுல் சொறியும் இடங்களில் வியாதியைப் பரவச்செய்யும். இவ் வியாதியைப் போக்க வைத்தியர்கள் கொடுக்கும் பூச்சு மருந்தை அவ்விடங்களில் தடவவேண்டும். தடவுவதற்கு முன் அவ்விடங்களைச் சுத்தம் செய்தல் அவசியம். படை அதிகமாக இருந்தால் அசிட்டிக-அமிலத்தை (acetic acid) அதன்மேல் தடவுதல் சிறந்த முறையாகும். நோயாளிகளின் துணிகளைக் கொதிக்கும் நீரில் துவைக்க வேண்டும்.

சொறி, சிரங்கு:—இவை ஒரு வகைப் பூச்சியினுல் உண்டாகும் வியாதி. அது தோலுக்குள் குடைந்து செல்லும். குடையும்போது அரிப்பு ஏற்படும். விரல்களின் நடு, முழங்கை, அக்குள், மணிக்கட்டு ஆகிய இடங்களில் இவ் வியாதி சுலபமாகப் பரவும். கந்தகப் பூச்சு மருந்து இதற்குச் சிறந்த மருந்தாகும்.



படம் 24.
சொறிப் பூச்சி.

கொப்புளங்கள்:—இவை ஒரு வித பாக்டீரியாவினுல் உண்டாகின்றன. மயிர்க்கால்களின் வழியாகவும், தோல்துவாரங்கள் வழியாகவும் தோலுக்குள் சென்று, திசுக்களுக்குக் கிடைக்கும் ஆகாரத்தை உண்டு, இவை விருத்தியடைகின்றன. இரத்த வெள்ளை அணுக்கள் தந்துகிகளிலிருந்து வந்து இவற்றை விழுங்கி விடுகின்றன. அப்போது வெள்ளையணுக்கள் மடிகின்றன. மடிந்த வெள்ளை அணுக்களே சீழாகும் (pus). சீழ் அதிகப்படும்போது, தோல் முன்னுக்குத் தள்ளப்பட்டு வலியுண்டாகிறது.

அரிசி மாவுடன் சிறிது போரிக (boric) அமிலத்தூளேயும் விளக்கெண்ணெயையுங் கலந்து மிதமாக உஷ்ணப்படுத்திக் கொப்புளத்தின்மேல் கட்டினுல் கொப்புளம் பக்குவமடைந்து உடையும். அவசியமானுல் வைத்தியரிடஞ் சென்று சீழை வெளிப்படுத்தி, வேண்டிய சிகிச்சையைப் பெறலாம்.

கேள்விகள் :

1. கழிவு மண்டலத்தின் உறுப்புக்கள் எவை? அவை எந்த எந்த அசுத்தங்களே வெளிப்போக்குகின்றன?
2. நாம் (1) கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை, (2) அங்கக அசுத்தங்களே வெளிவிடுகிருேம்? இதை எப்படிச் சோதிக்கலாம்?
3. சிறுநீரகங்களின் படம் வரை. அவை எங்கு இருக்கின்றன?
4. தோலின் வேலேகளேக் கூறுக.
5. தோலே ஏன் பாதுகாக்க வேண்டும்? அது எப்படிப் பாதுகாக்கப்பட வேண்டும்?
6. தோல் வியாதிகளில் மூன்றைக் கூறி, அவற்றுக்கு நாம் செய்யக் கூடிய சிகிச்சைகளேக் கூறுக.

அத்தியாயம் 8

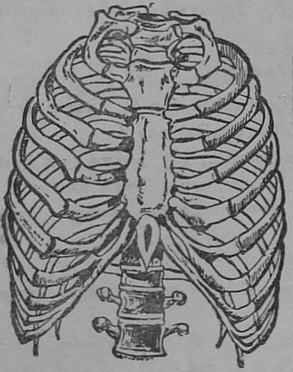
சலனம் அல்லது அசைவு (Movement)

தேகத்தின் பொது அமைப்பு

நமது தேகத்தை மூன்று பாகங்களாகப் பிரிக்கலாம் :— (1) தலே, (2) முண்டம் அல்லது நடுவுடல் (trunk), (3) புற உறுப்புக்கள் அல்லது அவயவங்கள் (limbs). கைகளும், கால்களும் புற உறுப்புக்களின் பாகங்களாகும்.

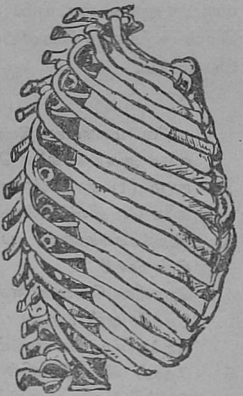
தலேயிலேதான் அறிவுக்கும் உணர்ச்சிக்கும் இருப்பிடமாகிய மூளே உளது. மூளே, ஒரு எலும்பினுலான உறையில் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. கண், காது, மூக்கு, வாய் என்ற இந்திரியங்களும் தலேயில் இருக்கின்றன.

நடு உடலும் தலையும் கழுத்தினுல் இணைக்கப்பட்டு இருக்கின்றன. நடுவுடல், மார்பு (chest), வயிறு (abdomen)



படம் 25.

மார்புக் கூட்டின் எதிர்த் தோற்றம்.

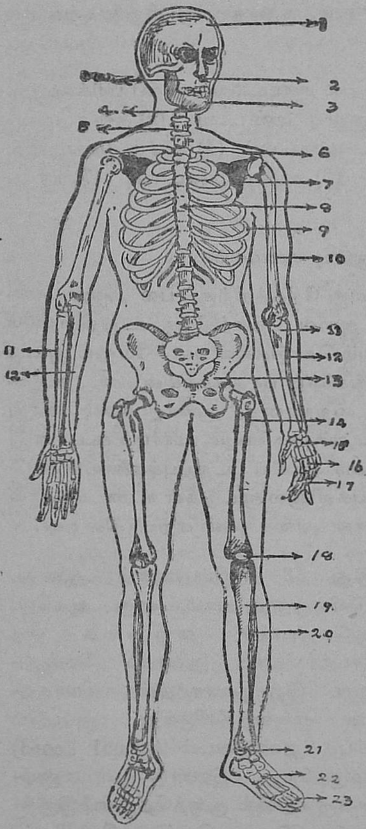


படம் 26.

மார்புக் கூட்டின் பக்கத் தோற்றம்

ஆகிய இரண்டு பாகங்களை உடையது. மார்பறையில் நுரையீரல்களும், இருதயமும், உணவுக் குழலும், மூச்சுக் குழலும் இருக்கின்றன. மார்புக்கூடு என்பது முள் எலும்புகள் (vertebrae), பன்னிரண்டு ஜதை விலா எலும்புகள், மார்பெலும்பு ஆகியவற்றினுலான ஒரு கூடாகும்.

உதர விதானம் (diaphragm) என்னும் தசையினுலாகிய உறுப்பு, மார்பையும் வயிற்றையும் இரண்டு அறைகளாகப் பிரிக்கின்றது. உணவுக் குழல் இதைக் கிழித்துக்கொண்டு சென்று இரைப்பையாக விரிகிறது. வயிற்றில் சீரண



படம் 27.
மனிதனின் எலும்புக் கூடு.

1. மண்டை ஓடு.
2. மூக்கு எலும்புகள்.
3. தாடை எலும்பு.
   (*a*) கன்ன எலும்பு.
4. முதுகுத் தண்டின் முதல் எலும்பாகிய அட்லஸ் (atlas).
5. இரண்டாவது எலும்பாகிய பிடர் அச்சு (axis).
6. காறை எலும்பு (clavicle).
7. தோள்பட்டை எலும்பு.
8. மார்பு எலும்பு.
9. விலா எலும்பு.
10. மேல்கை எலும்பு.
11. ஆர எலும்பு (radius).
12. முழங்கை எலும்பு (ulna).
13. இடுப்பு எலும்புக் கூடு (pelvis).
14. தொடை எலும்பு.
15. மணிக்கட்டு எலும்பு.
16. உள்ளங்கை எலும்பு.
17. விரல் எலும்பு.
18. முழங்கால் சில்.
19. கீழ்க்கால் உள் எலும்பு (tibia).
20. கீழ்க்கால் வெளி எலும்பு (fibula).
21. கணைக்கால் எலும்பு.
22. பாத எலும்பு.
23. கால்விரல் எலும்புகள்.

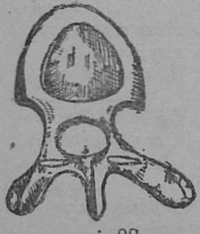
உறுப்புக்களும், கல்லீரலும், கணையமும், சிறுநீரகங்களும் உள்ளன.

நமது தேகத்தைப் பல மண்டலங்களாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன :—(1) எலும்பு மண்டலம், (2) தசை மண்டலம், (3) இரத்த ஓட்ட மண்டலம், (4) மூச்சு மண்டலம், (5) சீரண மண்டலம், (6) கழிவு மண்டலம், (7) நரம்பு மண்டலம்.

எலும்பு மண்டலம்

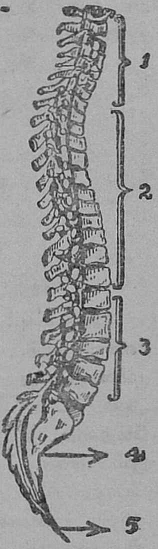
எலும்புகளினால் நமது தேகத்திற்குப் பல அனுகூலங்கள் ஏற்படுகின்றன. அவை தேகத்திற்கு உறுதியையும் ஒரு திட்ட அமைப்பையும் கொடுக்கின்றன. மேலும் அவை உள்ளிருக்கும் அவயவங்களைப் பாதுகாக்கின்றன. உதாரணமாக, மண்டை உறையானது மூளை, கண், காது முதலிய நுட்பமான உறுப்புக்களையும், மார்புக் கூடானது நுரையீரல்கள், இருதயம் ஆகிய உறுப்புக்களையும் காப்பாற்றுகின்றன. எலும்புகளினால் மூட்டுகள் உண்டாவதால் தேகத்திற்குப் பலவிதமான அசைவுகள் ஏற்படுகின்றன.

முதுகுத்தண்டு :—இது 33 எலும்புகளால் ஆனது. ஒவ்வொரு எலும்பின் நடுவில் ஒரு துவாரம் உளது. ஆகவே, முதுகெலும்பின் வழியாக ஒரு தொடர்ச்சியான துவாரம் செல்லுகிறது. இத் துவாரத்தின் வழியாகத்தான் முகுளத்திலிருந்து புறப்படும் நரம்புத் தண்டுவடம் (spinal cord) செல்லுகிறது. இரண்டு முள் எலும்புகளுக்கு நடுவில் குருத்தெலும்பு இருக்கிறது. இது ஒரு மெத்தை போலிருப்பதால் அசைவினால் எலும்புகள் தேய்வுறா. 29-ஆம் படத்தில் காட்டிய-



படம் 28.
முள் எலும்பு.

படி முதுகுத்தண்டு முன்னும் பின்னும் வளைந்திருப்பதால் முண்டத்தை முன்னும் பின்னும் சுலபமாக அசைக்க முடிகின்றது. மேலும் முதுகுத்தண்டு தேகத்தைத் தாங்கி நிற்கிறது. முதுகுத் தண்டின் முதல் எலும்புக்கு அட்லஸ் (atlas) என்றும், இரண்டாவதற்கு பிடர் அச்சு (axis) என்றும் பெயர்.



படம் 29.
முதுகுத் தண்டு. 1. கழுத்து எலும்புகள்—7, 2. மார்பு எலும்புகள் — 12, 3. இடுப்பு எலும்புகள்—5, 4. திரிகம் எலும்புகள் —5, 5. குதம் எலும்புகள்— 4.

விலா எலும்புகள்:—இவை பன்னிரண்டு ஜதை ஆகும். (படம் 25, 26-ஐப் பார்.) இவை பின்னால் முள் எலும்புகளுடன் இணைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. இவற்றில் 10 ஜதை எலும்புகள் மார்பெலும்போடு இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மற்ற இரண்டு ஜதையும் இணைக்கப்படவில்லை. ஆகவே, இவை 'தொங்கு விலா எலும்புகள்' எனப்படும். விலா எலும்புகள் ஒன்றுக் கொன்று தசைகளினால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

எலும்புகளில் பிராணிச்சத்தும் தாதுப் பொருள்களும் உள்ளன. தாதுப் பொருள்களில் முக்கியமானவை கால்ஸிய பாஸ்பேட்டும், கார்பனேட்டுமாகும். எலும்பின் எடையில் மூன்றில் இரண்டு பாகம் தாதுப்பொருள்களாகும். எலும்பைச் சுட்டால் பிராணிச்சத்து எரிந்துபோய்த் தாதுப் பொருள் மீதியாகும். எலும்புத் துண்டை ஒரு அமிலத்தில் (ஹைடிரோகுளோரிக அமிலம்) இரண்டு நாட்கள் வைத்திருந்தால், தாதுப் பொருளெல்லாம் கரைந்துபோய் எளிதில் வளையக்கூடிய பிராணிச்சத்து மாத்திரம் மீதியாகும். சிறுவரின் எலும்பு-

களில் பிராணிச்சத்து அதிகமாகவும், வயது வந்தோரின் எலும்புகளில் தாதுச்சத்து அதிகமாகவும் இருக்கும். இக்காரணங்களினுல்தான் சிறுவர்களின் எலும்பு சுலபமாக உடைவதில்லே.

மூட்டுகள்

எலும்புகள் சேருமிடம் மூட்டு எனப்படும். மூட்டுகளினுல் தேகத்திற்கு அசைவு உண்டாகிறது.

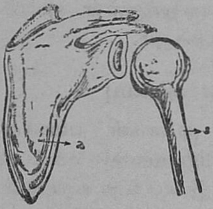
மூட்டுகள் இருவகைப்படும். (1) அசையா மூட்டு. (கபால எலும்புகளின் மூட்டுகள் அசையா மூட்டுகளாகும்). (2) அசையும் மூட்டுகள்.

அசையும் மூட்டுகள் பலவகைப்படும். (1) பந்துக்கிண்ண மூட்டு. இம் மூட்டில் ஒரு எலும்பின் பந்துபோன்ற முனேயானது மற்ருெரு எலும்பின் கிண்ணம் போன்ற அமைப்பில் பொருந்தியிருக்கிறது. தோள் மூட்டில் மேற்கை எலும்பின் மேல்முனே பந்துபோலிருக்கிறது. இம் முனே தோள்பட்டை எலும்பிலுள்ள கிண்ணத்தில் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. இம் மூட்டு எல்லாப் பக்கத்திலும் அசைவைக் கொடுக்கும். இடுப்பு மூட்டும் பந்துக்கிண்ண மூட்டேயாகும்.

(2) கீல் முட்டு :—இம் மூட்டு கதவு அல்லது ஜன்னலேப்பொல் முன்னும் பின்னும் அசைவைக் கொடுக்கும். முழங்கை மூட்டும், முழங்கால் மூட்டும், விரல்கள் மூட்டும் இதற்கு உதாரணங்களாகும். தலேயை முன்னும் பின்னும் அசைப்பது இம் மூட்டின் உதவியினுல்தான் ; அப்போது, தலேயானது அட்லஸின்மேல் அசைகின்றது.

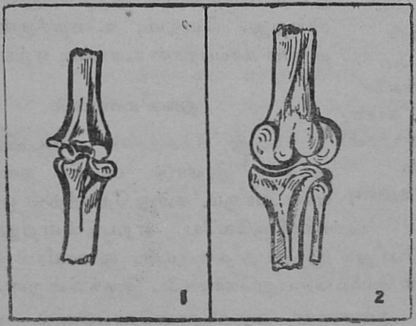
(3) முளே மூட்டு :—ஒரு ஆணியை ஆதாரத்தானமாகக்கொண்டு ஒரு பொருள் அசைந்தால், எவ்வித அசைவு உண்டாகுமோ அதே அசைவைத்தான் முளே மூட்டு உண்டாக்கும். ஆர எலும்புக்கும் முழங்கை

எலும்புக்கும் உள்ள மூட்டு இதற்கு உதாரணமாகும். இதனால்தான் முன் கையைத் திருப்பமுடிகிறது. முதுகுத்-



படம் 30 (*a*).
பந்து-கிண்ண மூட்டு.
1. மேற்கை எலும்பு.
2. தோள் பட்டை எலும்பு.

படம் 30 (*b*).
இடுப்பு மூட்டு.



படம் 30 (*c*). 1. முழங்கை மூட்டு. 2. முழங்கால் மூட்டு.

தண்டின் முதல் எலும்பான அட்லஸுக்கும் இரண்டாவ-தான பிடர் அச்சுக்கும் (axis) உள்ள முளை மூட்டின் உதவி-யால் தலையை வலது பக்கத்திலிருந்து இடது பக்கத்திற்-கும், இடமிருந்து வலப்பக்கத்திற்கும் திருப்ப முடிகின்றது.

வழுக்கு மூட்டு :—இது குறைந்த அசைவைக் கொடுக்கும். முன் எலும்புகள், மணிக்கட்டு எலும்புகள், கணைக்கால் எலும்புகள் இவற்றுக்குள்ள மூட்டுகள் வழுக்கு மூட்டுகளாகும்.

படம் 31. மூட்டின் அமைப்பு. (பந்தகங்களை அறுத்துக் காண்பிக்கும் தோற்றம்)
1. பந்தகம்.
2. குருத்தெலும்பு.

மூட்டுகளின் அமைப்பு

எலும்புகளின் முனைகள் பலமான பந்தகங்களினல் (ligaments) கட்டப்பட்டிருக்கின்றன. இப்பந்தகங்கள் இரண்டு முனைகளையும் சுற்றி ஒரு மூட்டுறையாக (capsule) அமைந்திருக்கின்றன. ஆகவே, எலும்புகள் இடம் விட்டு இலேசில் நழுவா. எலும்புகளின் முனைகளில் உராய்வைக் (friction) குறைப்பதற்காகக் குருத்தெலும்பு இருக்கின்றது. மேலும், உறைக்குள் ஒருவித திரவம் சுரப்பதால் உராய்வு ஏற்படாது.

தசை மண்டலம்

நமது தேகத்தின் எடையில் சுமார் ஐந்தில் இரண்டு பாகம் தசைகளின் எடையாகும். நமது தேகத்தின் ஒவ்வொரு அசைவும் தசைகளினலேயே ஏற்படுகின்றது. நாம் தூங்கும்போதும் இருதயத் தசைகள், நுரையீரல் தசைகள் முதலியன வேலை செய்துகொண்டே இருக்கின்றன.

ஒரு தசையை மைக்ரோஸ்கோப்பினல் பரீட்சை செய்தால், அது பல மயிரிழை போன்ற நார்களாலானது என்று தெரியவரும். ஒவ்வொரு நாரிலும் நுண்ணிய இரத்தக் குழாய்களும் நரம்புகளும் உள்ளன.

தசைகள் முக்கியமாக இரண்டு வகைப்படும். அவையாவன :—இயக்கு தசைகள் (voluntary muscles), இயங்கு தசைகள் அல்லது வசமில் (involuntary) தசைகள்.

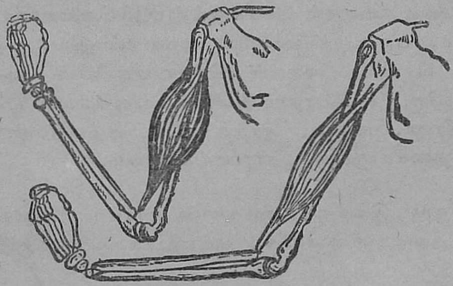
இயக்கு தசைகள் இச்சா சக்தி(will)யினுல்தான் வேலை செய்யும்; புற உறுப்புக்களின் தசைகள் இயக்கு தசைகளே. வசமில் தசைகள் இச்சா சக்தியின் அனுமதியில்லாமலே, எப்போதும் வேலை செய்துகொண்டேயிருக்கும். சீரண, சுவாச, இரத்த ஓட்ட, கழிவுத் தசைகள் வசமில் தசைகளுக்கு உதாரணங்களாகும்.

மேலும் இயக்கு தசைகளின் நார்கள் நீளமாகவும், இயங்கு தசைகளின் நார்கள் குட்டையாகவுமிருக்கும்.

இயக்கு தசைகள் நடுவில் பருத்தும், முனைகள் நார்போல் நீண்டும் வெண்மையாக இருக்கும். இந் நார்களுக்கு, தசை நாண்கள் (tendons) என்று பெயர். தசை நாண்கள் எலும்புகளோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆனுல், இயங்கு தசைகள் தட்டையாக இருக்கும்; எலும்புகளோடு இணைக்கப்பட்டிரா.

தசைகளுக்குச் சுருங்கும் சக்தியுண்டு. இச் சக்தியினுல் அவை வேலை செய்கின்றன. மேற் கையின்மேல் இருதலைத் தசை (biceps muscle) இருக்கின்றது. இதன் நாண்கள் தோள்பட்டை எலும்புக்கும், ஆர எலும்புக்கும் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. நாம் இஷ்டப்படும்போது இருதலைத்தசை சுருங்குவதால் ஆர எலும்புமேலே இழுக்கப்படுகிறது. ஆகவே, கீழ்க் கை மடக்கப்படுகிறது. இத்தசை சுருங்கும்போது நடுவில் பருமன் அதிகரிப்பது கையை வைத்துப் பார்த்தால் தெரியும்.

மேற் கையின் அடியில் முத்தலைத் தசை (triceps muscle) பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. இதற்கு மூன்று நாண்கள் உள்ளன. இத் தசை சுருங்கும்போது கீழ்க் கை நீட்டப்படுகிறது. (ஆகவே, மூட்டுகள் அசையும்போது இருவித தசைகள் வேலை செய்கின்றன.) அப்போது



படம் 32. இருதலைத் தசை.

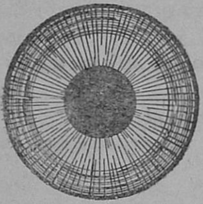
இருதலைத்தசை பழைய நிலையை அடையும் (relax). கீழ்க் காலின் பின்புறத்தில் தசையுள்ளது. இதன் உதவியினுலேதான் கணைக்கால் மூட்டு அசைகின்றது. இதற்கு ஆடுதசை என்று பெயர். இது சுருங்குவதால் ஓடவும் குதிக்கவும், விரல்களின்மேல் நிற்கவும் முடிகிறது.

தசை ஆரோக்கியத்துடனிருக்க அதற்கு ஆகாரமும், காற்றும் அவசியம். மேலும், தசைகளுக்குப் பயிற்சியும் ஓய்வும் அவசியம்.

தேகாப்பியாசத்தின்போது தசைகளுக்கு அதிக இரத்தம் செல்லுகிறது. ஆகவே, அதிக வேர்வை வெளிவருகிறது. மேலும் பழைய திசுக்கள் நசித்து அவ்வசுத்தங்கள் வெளியே தள்ளப்படுகின்றன. ஆனுல், ஓய்வு இல்லாமல் தொடர்ச்சியாக தேகாப்பியாசம் செய்வதால், தசைகளில் அசுத்தங்கள் அதிகம் சேர்ந்து தசைத் தளர்ச்சி உண்டாகும். ஓய்வு எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும் என்பதற்கு அது ஒரு அறிகுறியாகும்.

உணவுக் குழல் இரைப்பையுடன் சேருமிடத்திலும், இரைப்பையுடன் முன் சிறுகுடல் சேருமிடத்திலும் குதத்-

தைச் (anus) சுற்றிலும், கண்ணின் கிருஷ்ண படலத்திலும் (iris) சுருக்கு தசைகள் (sphinctral muscles) உள்ளன. இத்தசையின் நார்கள் வட்டமாக அமைந்திருக்கும். இவற்றுக்குக் குறுக்காக மையத்திலிருந்து பல தசைநார்கள் வியாபித்திருக்கும். குறுக்கு நார்கள் சுருங்கினுல் துவாரம் பெரிதாகும். வட்ட நார்கள் சுருங்கினுல் துவாரம் சிறியதாகும் அல்லது அடைபட்டுப்போகும்.



படம் 33. கிருஷ்ண படலத் தசைகள்.

இருதயத் தசைகள் (cardiac muscles) இயங்கு தசைகளாகும். ஆனுல், இவை இயக்கு தசைகளைப்போல் வரித் தசைகளாக இருக்கும். இதன் நார்கள் குறுக்கு நார்களால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஆகவே, இருதயத் தசைகள் இயங்கு தசைகளாக இருந்தாலும், சில விஷயங்களில் இயக்கு தசைகளை ஒத்திருக்கின்றன.

கேள்விகள் :

1. உதர விதானம் என்பது யாது? அது எங்கே உளது? சுவாசித்தலில் அதன் வேலை யாது?
2. எலும்புகளின் உபயோகங்களைக் கூறு.
3. முதுகெலும்பின் அமைப்பைக் கூறு. அவற்றில் முதல் இரண்டு எலும்புகளின் பெயர்களைக் கூறு.
4. தொங்கு விலா எலும்புகள் என்பன யாவை?
5. ஏன் சிறுவர்களின் எலும்பு சுலபமாக உடைவதில்லை?
6. மூட்டுகள் என்ருல் என்ன? அவற்றினுல் ஏற்படும் நன்மை யாது? அவற்றின் வகைகளை உதாரணங்களுடன் விளக்கு.
7. (1) தலையை முன்னும் பின்னும் அசைப்பது, (2) தலையை வலது புறத்திலிருந்து இடது புறத்திற்கு வட்டமாக அசைப்பது, (3) முழங்கை மூட்டு, (4) தோள் மூட்டு— இவற்றை விளக்கு.

8. மணிக்கட்டு எலும்புகளுக்குள்ள மூட்டு எவ்வகையைச் சேர்ந்தது?
9. தசைகளின் இருவகைகளை விளக்கு.
10. கீழ்க் கையை மடக்குவதும், நீட்டுவதும் எப்படி ஏற்படுகின்றன?
11. இயக்கு தசையையும், இயங்கு தசையையும் ஒப்பிடு.
12. சுருக்கு தசை என்பதை மூன்று உதாரணங்களுடன் விளக்கு.

அத்தியாயம் 9

நரம்பு மண்டலம்

நமது தேகத்தில் பல உறுப்புக்கள் உள்ளன. அவை ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வொரு வேலையைச் செய்கின்றன. அவற்றுக்குள் ஒத்துழைப்பு அவசியம். வாயில் உணவைப் போட்டதும், போதுமான உமிழ்நீர் சுரக்கவேண்டும்; நாக்கு ஆகாரத்தைப் புரட்டவேண்டும்; பற்கள் அதை அரைக்கவேண்டும். ஆகவே, இவ்வொத்துழைப்பு ஏற்படத் தலைமை அதிகாரியைப் போன்ற ஒரு அவயவம் அவசியம். நரம்பு மண்டலந்தான் இவ் வேலையைச் செய்கிறது.

நரம்பு மண்டலத்தில் பல்வேறு உறுப்புக்கள் உள. அவை மூளை, தண்டுவடம் (spinal cord), நரம்புகள் ஆகும்.

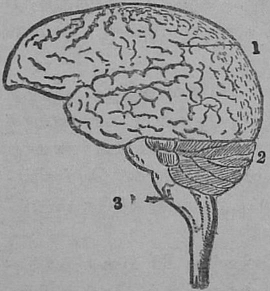
மூளையானது கபாலம் என்ற மண்டை ஓட்டில் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. அதற்குத் தீங்கு ஏற்படக் கூடாதல்லவா? மூளையிலிருந்து கிளம்பும் தண்டுவடம் முதுகெலும்பிற்குள் செல்லுகிறது. மூளையிலிருந்தும் தண்டுவடத்திலிருந்தும் பிரியும் கிளைகள் நரம்புகள் எனப்படும். நரம்புகள் வரவரச் சிறியனவாகித் தேக முழுவதும் பரவியிருக்கின்றன.

நரம்புகள் இருவகைப்படும். சில நரம்புகள் மூளைக்கோ அல்லது தண்டுவடத்திற்கோ தேகத்தின் பல பாகங்களி-

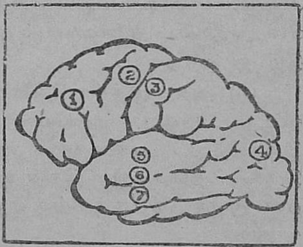
லிருந்து செய்திகளை எடுத்துச் செல்லும். இவை உட்செல் (afferent) அல்லது உணர்ச்சி (sensory) நரம்புகள் எனப்படும். வேறு சில நரம்புகள் மூளை அல்லது தண்டுவடத்திலிருந்து பல பாகங்களுக்கு உத்தரவுகளை எடுத்துச் செல்லும்; இவை வெளிச்செல் (efferent) அல்லது செய்கை (motor) நரம்புகள் எனப்படும். நமது விரல் ஒரு உஷ்ணமான பொருளைத் தொட்டால் உணர்ச்சி நரம்பானது மூளைக்கு அவ் விஷயத்தை எடுத்துச் சென்றதும், மூளையானது செய்கை நரம்பின் மூலமாக விரலை இழுத்துக்கொள்ளும்படி உத்தரவிடுகின்றது. ஒரே நரம்பு இரு வேலையையும் செய்ய முடியாது.

மூளையின் பாகங்கள்

மூளை மூன்று பாகங்களை உடையது:—(1) பெரு மூளை (cerebrum), (2) சிறு மூளை (cerebellum) (3) முகுளம் (medulla oblongata).



படம் 34 (*a*). மூளையின் பாகங்கள்.
1. பெரு மூளை. 2. சிறு மூளை. 3. முகுளம்.



படம் 34 (*b*). பெருமூளையின் வேலைகளைக் காட்டும் படம்.
1. அறிவு. 2. செய்கை. 3. தொடுதல். 4. பார்த்தல். 5. கேட்டல். 6. நுகர்தல். 7. உருசித்தல்.

(1) மூளையின் பெரும்பாகம் பெரு மூளையாகும். இது பல மடிப்புகளைக் கொண்டது. இதன் உட்புறத்தில் வெள்ளை

நிறப்படலமும், அதன்மேல் சாம்பல் நிறப்படலமும் இருக்கும். அறிவுள்ள பிராணிகளின் மூளையில் மடிப்புகள் அதிகமாகவும், அறிவற்ற பிராணிகளின் மூளையில் மடிப்புகள் குறைவாகவும் இருக்கும்.

பெருமூளையானது உணர்ச்சிகள், அறிவு, இச்சா சக்தி ஆகிய விஷயங்களுக்குக் காரணமாகும். மேலும், இயக்கு தசைகளுக்கு உத்தரவிடும் வேலையும் இதற்கு உண்டு. மூளையின் இப்பாகம் கெட்டுவிட்டால் பக்கவாதம் (paralysis) உண்டாகும்.

(2) சிறுமூளையின் வேலை மிக முக்கியமானது. இதுதான் தசைகள் ஒத்துழைத்து வேலை செய்யும்படி உத்தரவிடுகிறது. நாம் நடக்கும்போதும், ஓடும்போதும், பேசும்போதும் பல தசைகள் இயங்குகின்றன. இவற்றுக்குள் ஒத்துழைப்பு இல்லாவிடில் இச்செய்கைகள் ஒழுங்கற்றிருக்கும். கள்ளுண்டவன் தள்ளாடி நடப்பதன் காரணம், கள்ளினுல் சிறுமூளை தாக்கப்படுவதால்தான். சிறிது நேரத்திற்குப் பின் அது பெருமூளையையும் தாக்குவதால் அவன் நினைவை இழந்து விடுகிறுன்.

(3) அதிக முக்கிய வேலைகளாகிய சுவாசித்தல், இரத்த ஓட்டம், சீரணம் முதலியவற்றிற்கு முகுளம் காரணமாக இருக்கிறது. ஆகாரத்தை விழுங்குவதற்குக் காரணமாக இருக்கும் தசைகளும் இதன் உதவியால் வேலை செய்கின்றன. முகுளத்திற்குத் தீங்கு ஏற்பட்டால் உயிருக்கே ஆபத்தாகும்.

தண்டுவடம் :—தண்டுவடத்திலிருந்து 31 ஜதை நரம்புகள் புறப்பட்டு, தேகத்தின் பாகங்களுக்குச் செல்லுகின்றன. மூளைக்குச் செல்லும் விஷயங்களும் மூளையிலிருந்து வரும் உத்தரவுகளும் இதன் வழியாகத்தான் செல்ல வேண்டும். இவ் வேலையைத் தவிர மற்ருெரு முக்கியமானதும் தேகத்தைக் காப்பாற்றுவதுமான அனிச்சைச் செயல் (reflex action) என்னும் வேலையையும் இவ்வுறுப்பு மேற்கொள்ளுகிறது. தூங்கும் மனிதனின் காலை ஊசியால்

குத்தினல் கால் இழுக்கப்படுகிறது. மூளை இப்போது செயலற்று இருப்பதால் தண்டுவடமே காலை இழுக்கும்படி உத்தர விடுகிறது. மூளையின் உத்தரவில்லாமலே தண்டுவடத்தால் ஏற்படும் கிரியை அனிச்சைச் செயல் எனப்படும். நமது கண்ணருகில் ஒருவனது விரல் கொண்டுவரப்பட்டால், கண் இமை தானகவே மூடிக்கொள்ளும்; இது அனிச்சைச் செயலாகும்.

பரிவு நரம்பு மண்டலம் (sympathetic nervous system):— வயிற்றிலும், மார்பகத்திலும் (thorax), கழுத்திலும் பல நரம்பணுத் திரள்கள் (ganglia) இருக்கின்றன. இவற்றிலிருந்து செல்லும் நரம்பு நார்கள் உள்ளுறுப்புக்களுக்கு (viscera) செல்லுகின்றன. இவை மூளை முதுகுத்தண்டு மண்டலத்துடன் இணைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. இவை எல்லாம் சேர்ந்த மண்டலம் பரிவு நரம்பு மண்டலம் எனப்படும். இம் மண்டலம் முகுளத்தின் கட்டுப்பாட்டுக்கு உட்பட்டது.

இம் மண்டலம் உள்ளுறுப்புக்களை ஒத்துழைக்கும்படி செய்கிறது. அளவுக்குமேல் சாப்பிட்டால் இருதயம் வேகமாக வேலை செய்து அதிக இரத்தத்தை இரைப்பைக்கு அனுப்புகிறது. ஒரு உறுப்பு நோய்வாய்ப்பட்டால் மற்ற உறுப்புக்களும் வேலையைக் குறைத்துக் கொள்வதால் நோய் குணமாவதற்கு அனுகூலமாக இருக்கிறது. இதற்கு இம்மண்டலந்தான் காரணமாகும். வெளிச்சம் திடீரென்று அதிகமானல், கண்மணி சுருங்குகிறது. அதிக உஷ்ணத்தினல் தோல் துவாரங்கள் பெரிதாவதால் அதிக வேர்வை வெளிவருகிறது; மேலும், அப்போது பரிவு நரம்பு மண்டலத்தின் தூண்டுதலாலும் அதிக வேர்வை வெளிவந்து குளிர்ச்சி உண்டாகிறது.

பழக்கம் (habit)

குழந்தை தட்டுத் தடுமாறி நடக்கப் பழகிக்கொள்ளுகிறது. திரும்பத்திரும்ப ஒரு காரியத்தைச் செய்யப் பழக்கிக்

கொண்டால் பிறகு சுலபமாக அக்காரியத்தைக் கவனமின்றிச் செய்யலாம். அதாவது இச்சைச் செயல் அதிகப் பழக்கத்தினுல் அனிச்சைச் செயலாகிவிடுகின்றது. எழுதுதல், பேசுதல், சைகிள் சவாரி, பாடுதல் முதலியன நாள் செல்லச் செல்ல அனிச்சைச் செயல்களாக மாறிவிடுகின்றன.

அதனுல், நாம் நல்ல காரியங்களைச் செய்வதிலும், நற்சொற்களைப் பேசுவதிலேயுமே கண்ணும் கருத்துமாக இருத்தல் வேண்டும். உண்மை பேசுதல், சுத்தமாக இருத்தல், ஊக்கம், ஆர்வம், சாந்தம் முதலிய குணங்களைப் பழக்கிக் கொள்ளுதல் அவசியம்.

நல்ல காரியங்களைப் பழக்கிக் கொள்வதில் எவ்வளவு சிரமம் உள்ளதோ அவ்வளவு சிரமம் கெட்ட பழக்கத்தைப் போக்குவதிலும் உண்டு. ஒரு சிறுவன் சுருட்டுப் பிடித்தலைப் பழக்கிக்கொண்டால், அதனுல் ஏற்படும் கெடுதிகளைத் தெரிந்துகொண்ட பிறகு, அப் பழக்கத்தினின்றும் விலகிக் கொள்ள அதிக பிரயாசை எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும். அவ்வாசை ஏற்படும் போதெல்லாம் அதனுல் உண்டாகும் தீமைகளை நினைத்துக்கொண்டு தன்னுடைய இச்சா சக்தியின் உதவியினுல் விடுதலையைத் தேடவேண்டும். அப்படிச் செய்தால் அவன் தவருமல் வெற்றி பெறுவான்.

மூளைத் தளர்ச்சி

மூளைக்கு அதிக வேலை கொடுப்பதால் அதிக இரத்தம் மூளைக்குச் செல்லுகிறது. அப்போது அதிக அசுத்தங்கள் உண்டாவதால் நரம்புகள் தளர்ச்சி அடைகின்றன. இதற்கு மூளைத் தளர்ச்சி என்று பெயர். இதைப் போக்க தூக்கத்தினுலாவது, உற்சாகத்தைக் கொடுக்கும் வேருெரு வேலையை மேற்கொண்டாவது மூளைக்கு ஓய்வு கொடுக்கவேண்டும். நாம் நெடுநேரம் படித்தபின் மூளைத் தளர்ச்சி

உண்டானல், ஏதாவது ஒரு விளையாட்டை மேற்கொண்டு அத் தளர்ச்சியைப் போக்கலாம்.

புகையிலையும் சாராயமும்

புகையிலையை அடிக்கடி உபயோகிப்பதால் நரம்பு மண்டலம் கெட்டுவிடும். புகையிலை நரம்பு ஸெல்களின் வளர்ச்சியைத் தடுக்கும். அதனல் மூளை மந்தமாகும். புகையிலையில் நிக்கொடீன் (nicotine) என்னும் கொடிய விஷம் இருக்கிறது.

சாராயம் வெகு வேகமாகத் தேகம் முழுவதும் இரத்தத்தினல் எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. அதை உட்கொண்டவன் தள்ளாடி நினைவிழப்பதற்குக் காரணம் முன்னமே கூறப்பட்டது. சாராயம், நரம்பு மண்டலத்தைத் தளர்வடையச் செய்வதுமன்றித் தேக உஷ்ணத்தை வேகமாக வெளிப்போக்குகின்றது.

கேள்விகள் :

1. நரம்பு மண்டலத்தின் பல்வேறு உறுப்புகள் யாவை?
2. நரம்புகளின் வகைகளை விளக்கு.
3. மூளையின் பாகங்களையும், ஒவ்வொரு பாகத்தின் வேலைகளையுங் கூறுக.
4. தண்டுவடம் என்பது என்ன? அது எங்கே உளது? அதன் வேலைகள் யாவை?
5. அனிச்சைச் செயல் என்பதை இரண்டு உதாரணங்களுடன் விளக்கு.
6. பரிவு நரம்பு மண்டலத்தின் வேலைகளைக் கூறு.
7. பழக்கத்தின் முக்கியத் தன்மையை விளக்கு.
8. தசைத் தளர்ச்சி, மூளைத் தளர்ச்சி — ஆகியவற்றை விளக்கு. அவற்றைப் போக்கும் வழிகளைக் கூறுக.
9. சாராயத்தினல் ஏற்படும் தீமைகளைக் கூறுக.
10. கள்ளுண்டவன் தள்ளாடி நடப்பதற்குக் காரணம் என்ன?

அத்தியாயம் 10

ஐம்புலன்கள்

கண், காது, மூக்கு, நாக்கு, தோல் இவை ஐந்தும் பஞ்சேந்திரியங்களாகும். இவற்றின் வேலைகள் முறையே, பார்த்தல், கேட்டல், முகருதல் (வாசனை அறிதல்), உருசி பார்த்தல், தொடுதல் ஆகும். இப் புலன்களின் மூலமாகத் தான் நாம் விஷயங்களை அறிகிறோம்.

புலன்களின் தோல் மிகப் பெரியது. அடித்தோலில் தொடு உணர்ச்சி நரம்பணுக்கள் (tactile corpuscles) ஏராளமாக இருக்கின்றன. அவை பல்வேறு வடிவங்களை உடையன. அவற்றில் சில குளிர்ச்சி, வேறு சில உஷ்ணம், கடினம், வழவழப்பு, கெட்டி, மிருது, வலி இவை போன்ற உணர்ச்சிகளைக் கொடுக்கின்றன. கொக்கேன் (cocaine) என்னும் மருந்து இவ்வுணர்ச்சிகளைச் சிறிது நேரம் மந்தப் படுத்துவதால் இதைச் சில ரண சிகிச்சைகளுக்கு உபயோகிக்கிறார்கள். நரம்பணுக்கள் சில இடங்களில் அதிகமாகவும், சில இடங்களில் குறைவாகவும் இருக்கும். முதுகில் குறைவாகவும், நகங்களின் இடுக்குகளிலும், முகத்திலும். நாக்கின் நுனியிலும் அதிகமாகவும் இருக்கும்.

நாக்கு சுரசுரப்பாக இருக்கிறது. அதன்மேல் அரும்புகள் (papillae) இருக்கின்றன. இவற்றில் உருசி நரம்புகளின் முனைகள் உள்ளன. பலவித உருசிகளை நாக்கினால் அறியலாம். அவையான :— இனிப்பு, புளிப்பு, கசப்பு, துவர்ப்பு, உவர்ப்பு. நாக்கின் பின்புறப் பரப்பில் கசப்பை உணரும் உருசி அரும்புகளும், நுனியில் இனிப்பு உருசி அரும்புகளும், பக்கங்களில் புளிப்பு உருசி அரும்புகளும் இருக்கின்றன. உவர்ப்பு, துவர்ப்பு உருசிகளை நாக்கின் எல்லா அரும்புகளும் உணரும். ஆகாரம் எச்சிலில் கரைந்த பிறகுதான் உருசி அறியப்படும். ஆகாரத்தின் உருசியை நன்கு அனுபவிக்க, அதை நன்றாக மென்று

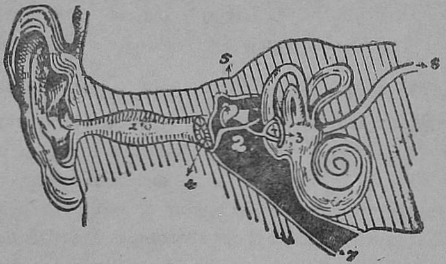
உண்ணவேண்டும். அப்போது சீரண மண்டலத்தைச் சேர்ந்த மற்றச் சுரப்பிகளும் நீரை நன்றுகச் சொரியும்.

மூக்கிலுள்ள சிலேட்டுமப் படலத்தில் (முக்கியமாக உற்புறத்தில்) வாசனை நரம்பின் (olfactory nerve) பல கிளைகள் உள்ளன. வாயு ரூபமாகவுள்ள எவ்வித வாசனையையும் இவை உணரும். சில பருப்புகளுக்கு வாசனை இல்லை; ஆனுல், அவற்றை வறுத்தால், அவற்றிலிருந்து சில வாயுப் பொருள்கள் கிளம்பி வாசனையைக் கொடுக்கின்றன. மூக்கின் பின்புறத்தில் நரம்புகள் அதிகம். ஆதலால், உறிஞ்சி வாசனையை நன்றுக அறிய முடிகிறது. ஜலதோஷத்தின்போது நரம்புகள் சளியினுல் மூடப்பட்டு, சிலேட்டுமப் படலம் அழற்சி அடைந்திருப்பதால், வாசனையை நன்றுக அறிய முடிவதில்லை. அப்போது ஆகாரம் உருசியற்றுற்போல் இருக்கின்றது. ஆகாரத்தின் உருசியை நன்றுக உணர, அதன் வாசனையையும் உணரவேண்டும். வாசனையினுல் உணவின் தன்மையை அறிந்து, கெட்ட உணவைத் தள்ளிவிடலாம்.

விஷயங்களை அறிவதில் காது முக்கியமாகும். ஆபத்தினின்றும் நம்மைக் காப்பாற்றவும் இது பயன்படும். காதில் மூன்று பாகங்கள் உள்ளன :—(1) புறச் செவி, (2) நடுச்செவி, (3) உட்செவி.

புறச் செவியானது வெளியே தெரியும் குருத்தெலும்பினுலாகிய பாகத்தையும் (pinna), செவிக் குழாயையும் உடையது. பின்ன என்னும் பாகம் அதிக சப்த அலைகளைக் குழாயின் வழியாக அனுப்பப் பயன்படுகிறது. புறச் செவியில் ஒட்டும் தன்மையுள்ள ஒரு திரவம் கசிவதால் தூசுகளும் பூச்சிகளும் தடுக்கப்படுகின்றன.

புறச் செவிக்கும் நடுச் செவிக்கும் நடுவே செவிப் பறை (ear-drum or tympanum) இருக்கின்றது. இது சவ்வினுல்

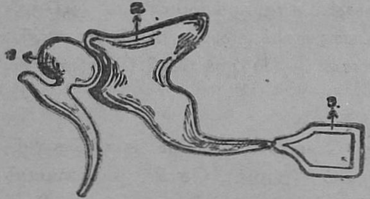


படம் 35. காது.

1. புறச் செவி. 2. நடுச்செவி. 3. உட்செவி. 4. செவிப் பறை. 5. மூன்று எலும்புகள். 6. செவி நரம்பு. 7. நடுச் செவிக் குழல்.

ஆனது. சப்த அலைகள் அதன்மேல் விழும்போது அது அதிர்வடையும்.

நடுச் செவியில் மூன்று சிறிய எலும்புகள் உள்ளன. இவை ஒன்றோடொன்று இணைந்துள்ளன. மேலும், இவை செவிப் பறையையும் உட்செவியையும் இணைக்கின்றன. செவிப் பறையின் அதிர்வை இவ்வெலும்புகள் உட்காதுக்கு அனுப்புகின்றன. நடுச் செவியிலிருந்து நடுச் செவிக் குழல் (eustachian tube) தொண்டைக்குள் செல்லுகிறது. இக் குழலினால் செவிப்பறையின் இரு பக்கங்களிலும் அழுத்தம் சமமாக இருக்கிறது.



படம் 36. நடுச் செவி எலும்புகள்.

1. சுத்தி எலும்பு (hammer).
2. பட்டைச் சிற்றெலும்பு (anvil).
3. அங்கவடி எலும்பு (stirrup).

உட்காதில் அரைவட்ட வடிவமுள்ள குழாய்களும், காது நத்தை எலும்பும் (cochlea) இருக்கின்றன. இவை கபால எலும்புகளில் ஆழமாக வைக்கப்பட்டிருப்பதால் தீங்கு நேரிடாது. நத்தை எலும்பில் ஒரு திரவமும், காது நரம்புகளின் முனைகளும் இருக்கின்றன. சப்த அலைகளினால் உண்டாகும் அதிர்வுகள் உட்காதை அடைந்ததும், நரம்புகள் அவ் விஷயங்களை மூளைக்கு எடுத்துச் செல்வதால் சப்தத்தை உணர்கிறோம்.

இரண்டு காதுகளும் ஒன்று சேர்ந்து சப்த உணர்ச்சியைக் கொடுக்கின்றன. ஒரு காது கெட்டுவிட்டால் சப்தம் வரும் திசையைச் சரிவர அறிய முடியாது.

அரைவட்ட வடிவமுள்ள குழாய்களிலும் ஒரு திரவம் உள்ளது. இக் குழாய்கள் நமக்கு நிலைப்பைக் (stability) கொடுக்கின்றன. நாம் பலமுறை சுற்றி நின்றதும் சற்று நேரம் நம்மைச் சுற்றியுள்ள பொருள்கள் அசைவது போல் தோன்றுகிறதல்லவா? இக் குழாய்களிலுள்ள திரவம் நிலைப்பு நிலையை அடைந்த பிறகே நாமும் அந்நிலையை அடைகிறோம்.

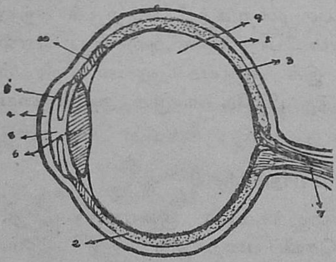
காதைப் பாதுகாத்தல்

காதைக் கடின வஸ்துக்களால் குடையக்கூடாது. ஏனென்றால், அவற்றால் செவிப் பறைக்குத் தீங்கு நேரிடும். காதுமெழுகு கெட்டியடைந்து தானாகவே விழுந்து விடும். அல்லது தண்ணீரைக் கொண்டு அதை மிருதுவாக்கி, கைக்குட்டையின் மூலையை முறுக்கி அதைக் கொண்டு எடுத்து விடலாம். காதுக்குள் பூச்சி ஏதாவது புகுந்தால், சில துளிகள் தேங்காய் எண்ணெயைக் காதில் விட்டுச் சில நிமிடங்கள் ஆனதும் காதைக் கவிழ்த்தால், இறந்த பூச்சி வெளிவந்துவிடும். அடினாயிடுகள், டான்சிலைட்டிஸ், சளி போன்ற காரணங்களால் தொண்டை பாக்டீரியாவுக்கு இருப்பிடமாகி நடுச் செவிக் குழல் வழியாக நடுச் செவிக்கு

பாக்டீரியா பரவுகிறது. அதனுல், தொண்டையை நாம் சுத்தமாக வைத்துக்கொள்ளுதல் அவசியம். காதுக்குள் அவ்வப்போது ஹைடிரஜன்-பர-ஆக்ஸைடுக் கரைசலை வார்த்துக் காதைச் சுத்தமாக வைத்துக்கொள்ளலாம். காதுவலி ஏற்பட்டதும் தக்க வைத்தியரை அணுகுவது அவசியம்.

கண்

ஐம்புலன்களில் மிக முக்கியமானது கண். மற்றப் புலன்களால் அறிவதைவிடக் கண்ணின் மூலமாக அதிக விஷயங்களை அறியலாம். அதனுல், நாம் கண்ணை மிகச் சாக்கிரதையாகப் பாதுகாத்தல் அவசியம். கண்ணின் பாகங்களை இப்போது தெரிந்துகொள்ளலாம்.



படம் 37. கண்.

1. விழி வெளிப்படலம்.
2. விழியடிக் கரும்படலம்.
3. விழித்திரை.
4. விழி வெண் படலம்.
5. கிருஷ்ணப் படலம்.
6. விழி லென்ஸ்.
7. பார்வை நரம்பு.
8. முன்-கண்-ரஸம்.
9. பின்-கண்-ரஸம்.
10. சிலியாத்தசை.

கண் ஒரு கோள வடிவமானது. கபாலத்தில் ஒரு குழியிலுள்ள கொழுப்பில், ஆறு ஜதை தசைகளாலும் கண் நரம்பாலும் அது பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. இத் தசைகளினுல் விழிக் கோளத்தைப் பக்கவாட்டமாகவும், மேலும் கீழும் அசைக்கலாம். இமைகள், இமை மயிர்கள், கன்ன எலும்புகள், மூக்குப் பாலம் முதலியன கண்ணைப் பாதுகாக்கின்றன. கண்ணுக்குள் ஏதாவது தூசு விழுந்தால்

கண்ணீர்ச் சுரப்பிகள் கண்ணீரைச் சொரியும்; கண்ணீர் அதை வெளியே தள்ளிவிடும்.

விழிக் கோளம் (eyeball) :—இது மூன்று போர்வைகளை உடையது. வெளிப்போர்வை விழி வெளிப்படலம் (sclerotic coat) எனப்படும். இது முன்பக்கம் குவிந்து, ஒளி புகும்பொருளாக மாறியுள்ளது. இதற்கு விழி வெண்படலம் (cornea) எனப்பெயர். இரண்டாம் போர்வை விழியடிக் கரும்படலம் (choroid coat) எனப்படும். இது முன் பக்கம் வட்டமான-தும், செங்குத்தானதும் நிறமுள்ள ஒரு திரையாகவும் மாறியிருக்கிறது; இதற்குக் கிருஷ்ணபடலம் (iris) என்று பெயர். கிருஷ்ண படலத்தின் மையத்தில் கண்-மணி (pupil) என்ற துவாரம் உளது. கண்ணின் நிறம் கிருஷ்ண படலத்தின் நிறத்தைப் பொறுத்தது. இப்படலத்தில் உள்ள தசைநார்-களின் உதவியால் (படம் 33-ஐப் பார்;) கண்-மணி-யானது ஒளியின் பிரகாசத்திற்குத் தக்கவாறு பெரியதாகும் அல்லது சிறியதாகும். இதன் வழியாக மாத்திரந்தான் கண்ணிற்குள் ஒளி புகமுடியும். கண்-மணிக்குப் பின்னல் அதை ஒட்டி கண்-லென்ஸ் (crystalline lens) இருக்கிறது. இது ஒரு குவி (convex) லென்ஸாகும். ஆனல், பொருளின் தூரத்திற்குத் தகுந்தாற்போல் சிலியாத் தசையின் உதவி-யால் அது தன் கனத்தை மாற்றிக்கொள்ளும் இயல்பை உடையது.

கண்ணில் முன்-கண்-ரஸம், பின்-கண்-ரஸம் (aqueous humour, vitreous humour) என்ற இரண்டு ரஸங்கள் உள்-ளன. இவையும் கண்-லென்ஸும் சேர்ந்துதான் ஒளிக் கதிர்களைக் குவியும்படி செய்கின்றன.

மூன்றும் போர்வை விழித்திரை (retina) எனப்படும். இதன்மேல் பொருள்களின் பிம்பங்கள் விழும். இது ஒரு நரம்புத் திரையாகும். பிம்பம் விழுந்ததும் இத் திரையிலுள்ள நரம்புகள், பார்வை நரம்பின் மூலமாக மூளைக்கு விஷயத்தை

தெரிவிப்பதனுல், நாம் பொருளைப் பார்க்கிருேம். பிம்பம் திரையின்மேல் தலை கீழாக விழுந்தாலும் மூளையின் உதவியால் பொருளை நேராகப் பார்க்கிருேம்.

லென்ஸ், ரஸங்கள் இவற்ருல் ஒளிக் கதிர் விலகிப் பிம்பம் விழித் திரையின்மேல் விழுகின்றது. கண்-லென்ஸ் ஒரு குவி லென்ஸாகும். தூரத்திலுள்ள பொருளைப் பார்க்கும்போது அதன் கனம் குறைவாக இருக்கும். அருகாமையிலிருக்கும் பொருளைப் பார்க்கும்போது அதன் கனம் அதிகரிக்கும். ஆகவே, இப்போதும் பிம்பம் விழித்திரையின்மேல் விழும். லென்ஸின் இச் சக்தி 'ஏற்ப அமைதல் சக்தி' (power of accommodation) எனப்படும்.

சாதாரணமாக, பொருள்களை 10 அங்குலம் அல்லது 25 செ. மீ. தூரத்திற்குக் குறைவான தூரத்தில் தெளிவாகப் பார்க்க முடியாது. இதற்கும் குறைவான தூரத்தில் பொருளைப் பார்க்க வேண்டுமானுல் லென்ஸின் கனம் மிக அதிகரிக்க வேண்டும்; இது கண்ணுக்குத் தீமையை விளைவிக்கும். 10 அங். தூரம் 'தெளிவுப் பார்வைத் தூரம்' எனப்படும்.

ஒளியைப்பற்றிப் படிக்கும்போது கண்ணின் குறைகளைப்பற்றித் தெரிந்து கொள்வீர்கள்.

கண்ணில் குறைகள் ஏற்படாமல் நாம் பாதுகாக்க வேண்டும். போதுமான வெளிச்சத்தில் படிக்க வேண்டும். ஒளிக் கதிர்கள் பொருளின்மேல் விழவேண்டும்; அவை கண்ணின்மேல் அதிகமாக விழக்கூடாது. அந்திக் கருக்கலில் (twilight) படிக்கக்கூடாது. சுமார் ஒரு அடி தூரத்தில் புத்தகங்களை வைத்துக்கொண்டு படிக்கவேண்டும்; அதிக அருகாமையில் அவற்றை வைத்துக்கொள்ளக் கூடாது. ஒளி நமது இடது புறத்திலிருந்து புத்தகத்தின் மேல் விழவேண்டும். இல்லாவிட்டால் நிழல் ஏற்படும். கண்ணில் ஏதாவது துணுக்குகள் விழுந்துவிட்டால் கண்ணைத்

தேய்க்கக் கூடாது. விளக்கெண்ணெயைக் கண்ணில் வார்த்துக் கண்ணைப் பலமுறை மூடித்திறந்தால் அவை வெளிவந்துவிடும். கண் வியாதி ஏற்பட்டால் உடனே தக்க வைத்தியர்களிடம் சிகிச்சை பெறவேண்டும்.

கண்ணுக்கும், போட்டோப் பெட்டிக்கும் உள்ள ஒற்றுமைகள்

கண்	போட்டோப் பெட்டி
1. இருபுற குவி - லென்ஸ் உள்ளது.	1. இருபுற குவி-லென்ஸ் உள்ளது.
2. லென்ஸுக்கு அடுத்தாற்போல் பெரியதாகவும் சிறியதாகவும் மாறக்கூடிய துவாரமுள்ள கிருஷ்ண படலம் என்ற ஒரு திரை உளது.	2. இதிலும் துவாரமுள்ள ஒரு திரை உளது. துவாரத்தின் அளவை மாற்றிக் கொள்ளலாம்.
3. துவாரத்தின் வழியாக மாத்திரந்தான் ஒளி உட்புக முடியும்.	3. இதிலும் அப்படியே.
4. பிம்பம் விழுவதற்கு விழித்திரை இருக்கிறது.	4. பிம்பம் விழுவதற்கு ஒளி உணர் கண்ணாடி உளது.
5. பிம்பம் நிஜமானது, தலை கீழானது.	5. இதிலும் அப்படியே.

இரண்டிற்கும் வித்தியாசங்களும் உள. (1) கண்ணில் உள்ள லென்ஸின் கனம் பொருளின் தூரத்திற்குத் தக்கபடி மாறுவதால் விழித் திரையின்மேல் பிம்பம் எப்போதும் விழும். ஆனல், போட்டோப் பெட்டியில் லென்ஸின் கனத்தை மாற்ற முடியாது. ஆதலால், தெளிவான பிம்பம் விழக் கண்ணுடியின் தூரத்தை மாற்றவேண்டும். (2) கண்ணின் விழித்திரையின்மேல் பொருள்களின் பிம்பங்கள் நாம் விழித்திருக்கும்போது விழுந்து கொண்டே இருக்கின்றன. போட்டோப் பெட்டியிலோ நாம் வேண்டும்போது மாத்திரமே திரையின்மேல் பிம்பம் விழும்.

கேள்விகள் :

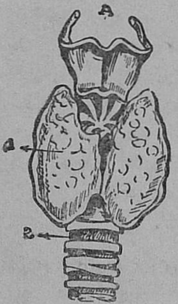
1. ஐம்புலன்கள் யாவை? அவற்றின் வேலைகளைக் கூறு.
2. நாக்கு உருசியையும், மூக்கு வாசனையையும், செவி சப்தத்தையும் எப்படி உணர்கின்றன?
3. புறச் செவியில் கசியும் திரவத்தினால் ஏற்படும் நன்மை யாது?
4. செவிப்பறை, நடுச்செவிக் குழல்—இவற்றின் வேலைகளை விளக்குக.
5. காது, கண்—இவற்றின் பாதுகாப்பைப்பற்றிச் சுருக்கமாக விளக்கு.
6. விழித்திரை என்பது யாது?
7. ‘ஏற்ப அமைதல் சக்தி’ என்பதை விளக்கு.
8. கண்ணையும் போட்டோப் பெட்டியையும் ஒப்பிடு.

அத்தியாயம் 11

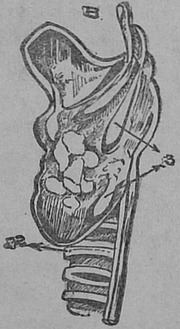
நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் (Ductless glands)

ஐந்தாம் அத்தியாயத்தில் சுரப்பிகள் என்பன யாவை என்று தெரிந்துகொண்டோம். அவ் வத்தியாயத்திலும், ஏழாம் அத்தியாயத்திலும் நாளங்கள் உள்ள சுரப்பிகளைப் பற்றிப் படித்தோம். இப்போது நாளமில்லாச் சுரப்பிகளைப் பற்றிப் படிப்போம். இச் சுரப்பிகள் எண்டோக்ரீன் சுரப்பிகள் (endocrine glands) என்றும் சொல்லப்படும்.

ஆறும் அத்தியாயத்தில் மண்ணீரல் என்ற நாளமில்லாச் சுரப்பியைப்பற்றிப் படித்தோம். இதைத் தவிர இன்னும் அனேக நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் நமது தேகத்தில் உள. அவற்றில் (1) தைராயிடு (thyroid) சுரப்பி, (2) பிட்யூட்டரி (pituitary) சுரப்பி, (3) அட்ரினல் (adrenal) சுரப்பி முக்கியமானவையாகும். இச் சுரப்பிகளில் உண்டாகும் ரசங்கள் ஹார்மோன்கள் எனப்படும்.



படம் 38 (*a*). 1. தைராயிடு சுரப்பிகள். 2. மூச்சுக் குழல்.

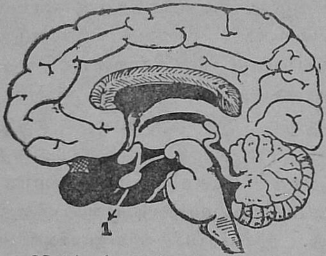


படம் 38 (*b*). 2. பாரதைராயிடு சுரப்பி. 3. பார தைராயிடு.

தைராயிடு சுரப்பிகள் கழுத்தில் மூச்சுக் குழலுக்குப் பக்கத்திற்கு ஒன்றுக இருக்கின்றன. இவை இரண்டும் இணைக்கப்பட்டு இருக்கின்றன. இவற்றுல் சுரக்கப்படும் பொருள் தைராக்ஸின் ஆகும். இதில் அயொடின் சத்து அதிகம் உள்ளது. இது 'வளர் சிதை மாற்றத்தை' (metabolism—chemical changes of livingmatter) ஒழுங்குபடுத்துகின்றது. இச் சுரப்பிகள் சிறுவர்களின் தேக வளர்ச்சியையும் ஒழுங்குபடுத்துகின்றன. இவை குறைவாக இருந்தால் தேக வளர்ச்சியும் அறிவும் குன்றிவிடும். முகமும் கைகளும் பெரியனவாகி கொழுப்பு அதிகரித்துத்தேகத்தின் எடை விகாரமாக அதிகரிக்கும். பெரியவர்களுக்கு வயிறு பெருத்தல், தோல் வரட்சி அடைதல், மந்தம், முன்கழுத்துக் கழலே (goitre) முதலியவை தைராயிடுகள் சரி வர வேலே செய்யாததால் உண்டாகும் கேடுகள். இந் நிலேமை கிரெட்டெனிசம் (cretinism) எனப்படும். அப்போது நாம் தைராயிடு மருந்துகளே உட்கொள்ள வேண்டும். தைராயிடு அதிகமாகவும் இருத்தல் கூடாது. அதிகமாக இருந்தால் இருதயப் துடிப்பும், வேர்வையும் அதிகமாகும். அதை X-கதிர்களிலுல் வைத்தியர்கள் குறைத்து விடுவார்கள்.

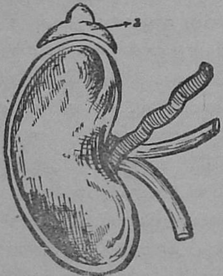
தைராயிடுக்குள் பார தைராயிடு (parathyroid) என்ற நான்கு சுரப்பிகள் புதைந்திருக்கும். இவை கால்ஸிய

சம்பந்தமான வஸ்துக்களின் 'வளர்சிதை மாற்றத்'திற்குச் காரணமாகும். இவை வைட்டமின் D-யுடன் சேர்ந்து சிறு குடலில் இரத்தம் கால்ஸியப் பொருள்களை கிரகிப்பதற்குக் காரணமாய் இருக்கின்றன.



38 (c)- 1. பிட்யூட்டரி சுரப்பி.

பிட்யூட்டரி சுரப்பி மூளையின் அடியில் ஆப்பெலும்பில் (sphenoid bone) இருக்கின்றது. இது கோழி முட்டை வடிவமுள்ளது இதன் பின்பாகத்தில் சுரக்கப்படும் ரஸம் இனவிருத்தி அவயவங்களுடன் சம்பந்தப்பட்டது. முன்பாதி தேக வளர்ச்சிக்குக் காரணமாகிறது. மேலும், இச் சுரப்பி தேகத்தின் உஷ்ண நிலையை ஒழுங்குபடுத்துகிறது. இதன் அளவு அதிகப்பட்டால் நமது தேகம் விகாரமாகப் பெருக்கும்; குறைந்தால், அறிவும் தேக வளர்ச்சியும் குன்றிவிடும். பொதுவாகத் தேகத்தில் எல்லா வளர்ச்சிகளும் குறையும்.



படம் 38 (d).
1. அட்ரினல் சுரப்பி.

அட்ரினல் சுரப்பிகள் :— ஒவ்வொரு சிறுநீரகத்திற்கும் மேலாகத் தொப்பி போல் ஒவ்வொன்று உளது. இவற்றில் மெடுல்லா (medulla), கார்ட்டெக்ஸ் (cortex) என இரண்டு பிரிவுகள் உள்ளன. மெடுல்லா அட்ரினலின் என்ற ஹார்மோனையும், கார்டெக்ஸ் கார்ட்டின் (cortin) என்ற ஹார்மோனையும் உற்பத்தி செய்கின்றன. இவை

சரியாக நீர்களைச் சொரியா விட்டால், 'அடிசன் வியாதி' (Addison's disease) உண்டாகும்; தசைத்தளர்ச்சி, நரம்புத் தளர்ச்சி, தோலின் நிறம் மாறுதல் போன்ற வியாதிகளும் ஏற்படும். காயங்களின் மூலமாக இரத்தத்தில் விஷம் புகுந்தால், அதனல் ஏற்படும் தீங்குகளை இச் சுரப்பிகள் போக்கும். இரத்தத்தின் அழுத்தத்தைச் சீராக்குவது, இரத்தத்திலுள்ள சர்க்கரையின் அளவை ஒழுங்கு படுத்துவது, இதயத் துடிப்பை அதிகரிக்கச் செய்வது, ஆண், பெண் தன்மையின் வளர்ச்சிக்கு உதவுவது, சோர்வைப் போக்குவது முதலியவை அட்ரினல் சுரப்பிகளின் வேலைகளாகும்.

இச் சுரப்பிகளுக்குச் சூப்ரா ரீனல் (supra-renal) சுரப்பிகள் என்றும் பெயருண்டு.

கணையத்திலுள்ள லாங்கர்ஹான்ஸ் திட்டுக்கள் இன்சுலின் என்ற ஹார்மோனை உற்பத்தி செய்கின்றன. இது நேராக இரத்தத்தில் கலந்து சர்க்கரை ஆக்ஸீகரணம் அடைவதற்குப் பயன்படுகிறது.

கேள்விகள் :

1. நாளமில்லாச் சுரப்பிகளை உதாரணங்களுடன் விளக்கு.
2. தைராயிடு சுரப்பிகள் எங்கு இருக்கின்றன? அவற்றினல் ஏற்படும் நன்மைகளைக் கூறு. அவை குறைவாக இருத்தலினல் ஏற்படும் தீமைகள் யாவை?
3. அட்ரினல் சுரப்பிகளின் அவசியத்தை விளக்கு.
4. இன்சுலின் என்பது யாது? அதன் உபயோகம் என்ன?

இரண்டாம் பாகம்

பிராணி நூல்

அத்தியாயம் 1

பிராணிகளின் ஆகாரப் பழக்கங்கள்

எல்லாப் பிராணிகளுக்கும் ஆகாரம் அவசியம். வெவ்வேறு பிராணிகள் வெவ்வேறு ஆகாரத்தை உட்கொள்ளும். ஆகாரத்திற்கேற்ப அவற்றின் வாய்கள் அமைந்திருக்கின்றன. இவ் வத்தியாயத்தில் சில பிராணிகளது வாய்களின் அமைப்பையும், அவை ஆகாரத்தை உட்கொள்ளும் விதத்தையும் தெரிந்துகொள்வோம்.

நிலப்புழு (earthworm) :—இதை 'நாங்கூழ்ப் புழு' என்பர். நிலப்புழுவானது பூமியில் வளை தோண்டி வசிக்கிறது. மழை பெய்து நின்றதும் இதைத் தோட்டங்களில் காணலாம். நிலத்தில் அழுகிப்போன தாவரம், பிராணி சம்பந்தமான பொருள்களே இதன் ஆகாரமாகும்.

இதற்குப் பற்கள், தாடைகள் கிடையா. வளையங்களாலான இதன் தேகத்தில் ஒரு முனையில் வாய் இருக்கிறது. வளை தோண்டிக்கொண்டு செல்லும்போதே மண்ணை விழுங்கும். அதில் உள்ள அழுகிப்போன தாவரம், பிராணி சம்பந்தமான பொருள்கள் இரத்தத்தினுல் உறிஞ்சப்பட்டு விடும். மீதியாக உள்ள மண் ஆசனத்தின் வழியாக வெளியே தள்ளப்படும். இம் மண் சிறந்த எருவாகும்.

துளிர் இலைகளும் இதன் ஆகாரமாகும். இலைகளின் மேல் ஒருவிதத் திரவத்தைக் கொட்டும். இத் திரவத்தினுல் இலை கரைந்துவிடும். இவ்விலைக் குழம்பை அது உறிஞ்சி விடும்.

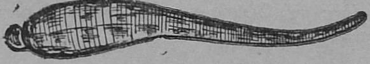
நிலப்புழுவை 'தோட்டக்காரனின் நண்பன்' என்று சொல்வதுண்டு. ஏனென்றால், அது பூமியில் வளை தோண்டிச் செல்வதால் மண் புரட்டப் படுகிறது. ஆகவே, காற்றும் தண்ணீரும் நன்றாக உட் செல்லும்.

படம் 39. நிலப்புழு.

மேலும் தாவரங்களின் வேர்கள் நன்றாக ஊடுருவிச் செல்ல முடியும். ஆகவே, நிலப்புழு தோட்டக்காரனின் வேலையைச் செய்கிறது என்று கூறலாம்.

அட்டை (leech) :—அட்டையும் நிலப்புழுவைப் போல ஒரு புழுவேயாகும். அது குளம், குட்டைகளில் வசிக்கும். பிராணிகளின் இரத்தமே அதன் ஆகாரமாகும். அதன் உடல் நிலப்புழுவைப்போல் நீண்டதாயும், பல வளையங்களை உடையதாகவு மிருக்கும்.

அதற்குக் கோப்பை போன்ற இரண்டு உறுப்புக்கள் உண்டு; அவை உறிஞ்சிகள் (suckers) எனப்படும். ஒன்று முன்னும், மற்றது பின்னும் இருக்கும். முன் கோப்பையே அதன் வாயாகும். வாயில் மூன்று தாடைகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு தாடையிலும் இரம்பம் போன்ற சிறிய பற்கள் உண்டு.



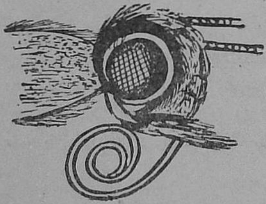
படம் 40. 1. அட்டை. 2. வாய்.

ஆடு, மாடு முதலியன தண்ணீர் குடிக்கக் குளத்தில் இறங்கும்போது, அட்டை தன் கோப்பைகளினுல் அவற்றின் தேகத்தைப் பற்றிக் கொள்ளும். பிறகு பற்களினுல் தோலில் துவாரங்கள் செய்யும். செய்யவே, இரத்தக் குழாய்கள் கிழிபட்டு இரத்தம் வெளிவரும். பிறகு, இரத்தத்தை வாயால் உறிஞ்சிவிடும். இரத்தம் உறையாமலிருக்க ஒரு திரவத்தை அதன்மேல் கொட்டும்.

இப்பிராணியின் அன்னக்குழல் பெருக்கும் தன்மையுடையது. மேலும், இதில் பல பைகள் உண்டு. அதனுல், அதிக இரத்தத்தை உறிஞ்சும். ஒரு முறை இரத்தத்தை உறிஞ்சினுல் பல மாதங்கள் ஆகாரமில்லாமல் இருக்கும்.

அதிக வலியின்றி இது இரத்தத்தை உறிஞ்சுவதால் கொப்புளங்களிலுள்ள அசுத்த இரத்தத்தை உறிஞ்சுவதற்கு வைத்தியர்கள் அட்டைகளை உபயோகிப்பதுண்டு.

வண்ணுத்திப்பூச்சி (butterfly) :—வண்ணுத்திப்பூச்சியின் ஆகாரம் புஷ்பத்திலுள்ள மது (nectar) வாகும்.



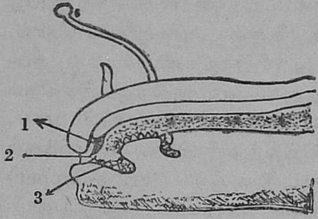
படம் 41.

வண்ணுத்திப்பூச்சியின் வாய்.

இதன் வாயில் ஒரு நீண்ட குழல் இருக்கிறது. இதற்குக் குழல்வாய் (proboscis) அல்லது உறிஞ்சு குழல் என்று பெயர். இக்குழல் இரண்டு பாதிகளாலானது. இரு பாதிகளும் பொருத்தப்பட்டால் ஒரு குழல் ரூபமாக இருக்குமல்லவா? மதுவைக் குடிக்கும்போது அது தன் குழலை நீட்டிக் கொள்ளும். வேண்டாதபோது குழலை ஒரு வில்லைப் (spring) போல் சுற்றிக்கொண்டு வாயினடியில் வைத்துக்கொள்ளும்.

கால்களினுல் புஷ்பத்தைப் பற்றிக்கொண்டு குழலினுல் மதுவை உறிஞ்சும்.

நத்தை (snail) :—நத்தையின் ஆகாரம் தோட்டச் செடிகளின் துளிர் இலைகளாகும். இதன் வாயின் மேற்புறத்தில் உறுதியான தாடை இருக்கின்றது. இதன் நாக்கு நீண்டதாகவும், சுரசுரப்பாகவும், அனேக வரிசைகளைக் கொண்ட சிறிய கூர்மையான பற்களைப் போன்ற அமைப்பு உடையதாகவுமிருக்கும்.



படம் 42.
1. தாடை. 2. வாய். 3. நாக்கு.

இலையை உதடுகளாலும் தாடையாலும் பிடித்துக்கொண்டு, நாக்கை இலையின்மேல் பலமுறை முன்னும் பின்னும் இழுக்கும். அப்போது இலை வெகு சிறிய துண்டுகளாகத் துருவப்படும்; பிறகு துண்டுகளை விழுங்கிவிடும்.

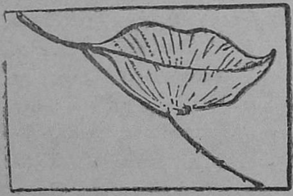
அத்தியாயம் 2

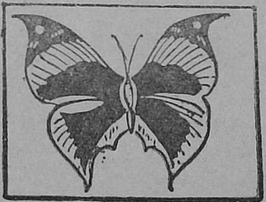
பிராணிகளின் அனுசரணம்
(Adaptation of animals)

ஒவ்வொரு பிராணியும் விரோதிகளிடமிருந்து தன்னைக் காப்பாற்றிக்கொள்ளப் பெருமுயற்சி செய்யும். மாமிச பட்சிணிகளின் தேக அமைப்பு இரையைப் பிடித்து உண்ணுவதற்குத் தகுந்தபடி அமைந்திருக்கிறது. மற்றப் பிராணிகளுக்கு இரையாகக்கூடிய பிராணிகள், அவற்றினிடமிருந்து காப்பாற்றிக்கொள்வதற்குத் தக்கபடி தேக அமைப்பைக் கொண்டிருக்கின்றன. இவ்விதமான தேக அமைப்பு 'பிராணிகளின் அனுசரணம்' என்று கூறப்படும்.

காப்பு நிறம் (protective colouration):—ஒரு பிராணியின் உடலின் நிறம் சுற்றுப்புற நிறம்போல் அமைந்திருப்பதால், அது விரோதிகளிடமிருந்து தப்பித்துக்கொள்ளுகிறது. இந் நிறம் 'காப்பு நிறம்' எனப்படும். மரம், புல் இவற்றின் இடையே வசிக்கும் வெட்டுக்கிளி (grass-hopper) பச்சை நிறமாக இருப்பதால் விரோதிகளாகிய பறவைகள், பல்லிகள், தவளைகள் அதைத் தெரிந்து கொள்வதில்லை. மரப்பல்லி, மரப் பட்டையின் நிறம் போலிருப்பதாலும், தவளையின் நிறம் சுற்றுப்புறத்தைப் போலிருப்பதாலும் அவை விரோதிகளினின்றும் தப்பித்துக்கொள்ளுகின்றன. புள்ளிமான் மரங்களிடையிலிருக்கும்போது மரங்களிடையே உள்ள துவாரங்களின் வழியாக வரும் வட்ட வடிவமுள்ள ஒளி பூமியின் மேல் விழுவதால், அதன் இருப்பிடத்தைச் சுலபமாக அறிய முடியாது. நீலகிரியில் காணப்படும் 'கலிமா' (kalima) என்னும் வண்ணத்திப்பூச்சி உலர்ந்த இலையைப் போலிருப்பதால் (படம் 43)

படம் 43. 'கலிமா' வண்ணத்திப்பூச்சி.

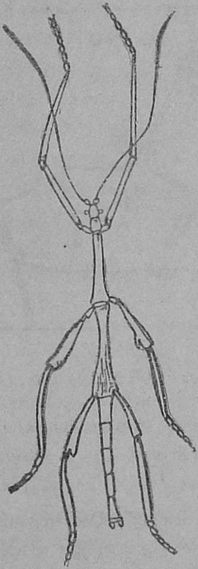




படம் 44. வண்ணத்திப்பூச்சி.

(*a*) இறக்கைகள் மடிந்திருத்தல். (*b*) இறக்கைகள் விரிந்திருத்தல்.

தப்பித்துக் கொள்ளுகிறது. மேலும், அது இலையின்மேல் உட்கார்ந்துகொண்டு இருக்கும்போது, இறக்கைகள் மடிந்து பிரகாசமில்லாத அடிப்புறம் வெளியே தென்படுவதால் அதன் இருப்பிடத்தைச் சுலபமாக அறிந்துகொள்ள முடியாது. இலைப் பூச்சி இலைபோன்ற உருவமும் நிறமும் உடையது. கிளி, ஓணன், பச்சைப் பாம்பு முதலியனவும் காப்பு நிறமுள்ள பிராணிகளாகும்.



படம் 45. குச்சிப் பூச்சி அல்லது இடைப்பூச்சி.

குச்சிப் பூச்சியின் (stick insect) தேகம் உலர்ந்த குச்சியைப் போலிருப்பதால் அது தப்பித்துக் கொள்ளுகிறது. (படம் 45.)

தாக்கும் நிறம் (aggressive colouration):— சில பிராணிகள் இரையைத் தாக்குவதற்காகச் சுற்றுப்புற நிறத்தையுடையன. அப்பிராணிகளின் நிறம் 'தாக்கும் நிறம்' எனப்படும். தொழு வெட்டுக்கிளி (praying mantis) மரக் கிளைகளில் காணப்படும் ஒருவித வெட்டுக்கிளியாகும் (படம் 46). குச்சிகளிலும், இலைகளிலும் இருக்கும்போது அது சுலபமாகக் கண்ணுக்குப் புலப்படாது. அதன் முன்கால்கள் கத்தி போல் மடங்கும் தன்மையையுடையன; அவற்றின் ஓரங்கள் இரம்பம் போலிருக்கும். மரக்கிளைகளிலிருந்துகொண்டு முன் கால்களைச் சேர்த்து வைத்துக் கொண்டு மேலும் கீழும் அசையும்போது அது தொழுவது போல் தோன்றும். வண்ணாத்திப்பூச்சி, அல்லது வேறொரு பூச்சி அருகில் வந்தால், அதைக் கால்களால் பிடித்துக் கொண்டு தின்றுவிடும்.

புலி காட்டில் உதிர்ந்த இலைகளினிடையே படுத்துக் கொண்டிருக்கும்போது அது கண்ணுக்குப் புலப்படாது. அதன் இரைக்கான விலங்கு அருகில் வந்ததும் அதன் மேல் பாயும்.

படம் 46.
தொழு வெட்டுக்கிளி.

பச்சைப் பாம்பின் நிறம் 'காப்பு நிறம்', 'தாக்கும் நிறம்' ஆகிய இரண்டு இனங்களையும் சேர்ந்தது.

நிற மாற்றம் (colour changes):- ஓந்தி (chameleon) சுற்றுப் புறத்திற்குத் தக்கபடி நிறத்தை மாற்றிக்கொண்டு விரோதிகளிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்ளும். தன் நிறத்தைப் பச்சை, பழுப்பு, மஞ்சள் கலந்த பழுப்பு, இப்படிப் பலவிதமாக மாற்றிக்கொள்ளும் சக்தியை உடையது.

பல இன மீன்களுக்கும் நிறத்தை மாற்றிக்கொள்ளும் சக்தியுண்டு. தவளைக்கும், பல்லிக்கும் சிறிதளவு இச் சக்தி இருக்கிறது.

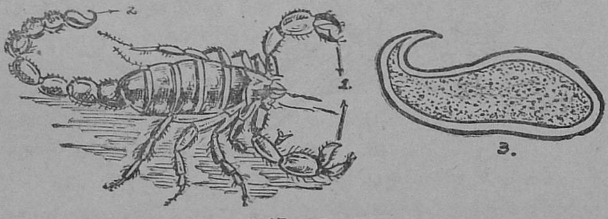
எச்சரிக்கை நிறம் (warning colouration) :— நல்ல பாம்பை அதன் தலையிலுள்ள நாமம் போன்ற கோட்டைக் கொண்டு அறிவதனால் நாம் அதை அணுகுவதில்லை. இந்த உபாயம் 'எச்சரிக்கை நிறம்' எனப்படும். இவ்வுபாயத்தால் அது தப்பித்துக்கொள்ளுகிறது. கட்டுவிரியன் (krait) தன் மேலுள்ள வரிகளாலும், குளவி தன் பிரகாசமான நிறத்தாலும் நம்மை எச்சரிக்கின்றன.

அனுகரண நிறம் (mimicry) :—சில விஷமில்லாத பாம்புகள் (உ-ம் : வழலை) கட்டுவிரியனைப்போல் காணப்படு-

வதால் விரோதிகளினின்றும் தப்பித்துக் கொள்ளுகின்றன. தீங்கற்ற பிராணிகளின் தேக அமைப்பும் தீங்குள்ள பிராணிகளின் தேக அமைப்பைப் போலிருப்பதால் அவை தப்பிப் பிழைக்கின்றன. இவ்வமைப்பு அனுகரண நிறம் எனப்படும். சில வண்ணாத்திப்பூச்சிகள் தீங்கற்றவை; வேறு சில தீங்குள்ளனவாகவும், அருவருப்பை உண்டாக்கக் கூடியனவாகவும் இருக்கின்றன. முன்னவை பின்னவற்றைப்போல் நிறத்தை உடையனவாக இருப்பதால் விரோதிகளினின்றும் தப்பித்துக் கொள்ளுகின்றன; பறவைகள் அவற்றை அணுகா. சில சாதாரண ஈக்கள் தேனீக்களைப்போல் காணப்படுவதால் அவை தப்பித்துக்கொள்ளுகின்றன.

விஷ உறுப்புகள்

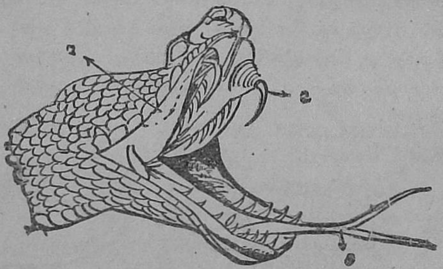
பாம்பு, தேள், பூரான், நூற்றுக்காலி (centipede), தேனீக்கள், குளவிகள், கம்பளிப் புழு முதலியன விரோதிகளிடமிருந்து தப்பித்துக்கொள்வதற்கோ, உண்ணுவதற்கு முன் இரையைத் துர்ப்பல மாக்குவதற்கோ விஷத்தை உபயோகிக்கின்றன. விஷம் விஷச் சேகரியில் உற்பத்தியாகி விஷப் பையில் சேகரித்து வைக்கப்படுகிறது. பற்களினால், அல்லது கொடுக்கினால் தோலில் துவாரம் செய்து பொசியும் இரத்தத்துடன் விஷத்தைக் கக்கிக் கலந்து விடுகின்றன.



படம் 47. தேள்.
1. இடுக்கிகள். 2. கொடுக்கு. 3. கொடுக்கின் பெரிய தோற்றம்.

தேளினது வாலின் முனையில் வளைந்த கொடுக்கு உள்ளது. தேள் நகரும்போது கொடுக்கு தூக்கியே இருக்கும். கொடுக்கிலுள்ள பையில் விஷமிருக்கிறது. கொடுக்கின் முனை கூர்மையாகவும், இரு துவாரங்களை உடையதாகவுமிருக்கும். முன்னே இருக்கும் இடுக்கி போன்ற இரு அவயவங்களால் பூச்சியைப் பிடித்துக் கொண்டு, கொடுக்கினால் கொட்டிக் கொன்று புசிக்கும். மனிதனை அல்லது மற்றப் பெரிய பிராணிகளைத் தற்காப்புக் காகத்தான் அது கொட்டும்.

நல்ல பாம்பும், விரியன் போன்ற பாம்புகளும் கொடிய விஷத்தை உடையன. விஷச் சேகரிகள் தலையின் இரு பக்கங்களிலும் உள்ளன. இவற்றிலிருந்து செல்லும் விஷ நாளங்கள் (ducts) மேல்தாடையிலுள்ள இரு கூர்மையான விஷப் பற்களுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. விஷப் பல்லில் துவாரம் செல்லுகிறது. வாய் மூடியிருக்கும்போது இப் பற்கள் வாயின் கூரைமேல் மடிந்திருக்கும். பாம்பு, பிராணியைக் கடிக்க வாயைத் திறக்கும்போது அவை

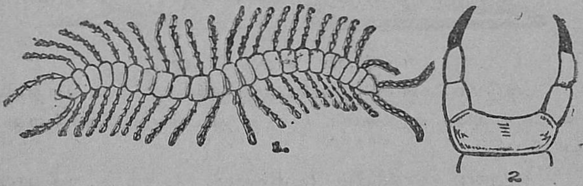


படம் 48. விஷப் பாம்பின் தலை.
1. விஷப் பை. 2. விஷப் பல், 3. நாக்கு.

நிமிர்ந்துவிடுகின்றன. கடிக்கும்போது விஷப் பற்களினால் தோலில் இரு துவாரங்கள் ஏற்பட்டு, அவற்றின் வழியாக

வெளிவரும் இரத்தத்துடன் விஷம் கலந்து விடுகிறது. சாதாரணமாக, அவை தூண்டப்பட்டால் சீறும், அல்லது வாலை அடிக்கும். நல்ல பாம்பானல் படமெடுக்கும். இவ்வெச்சரிக்கைகளை நாம் கவனியாவிடில் அவை நம்மைக் கடிக்கும்.

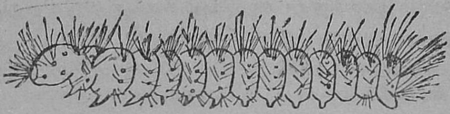
பூரானின் முதல் ஜதைக் கால்கள் நீண்டதாக இருக்கும்; அவைதான் விஷ நகங்களாகும் (poison claws). இந் நகங்களில் விஷப் பைகளும், நாளங்களும் உள்ளன. இரையைப் பிடிக்கவும் கொல்லவும் இவ் விஷ நகங்கள் உபயோகமாகும்.



படம் 49. பூரான்.
1. பூரான். 2. முதல் ஜதைக் கால்கள்.

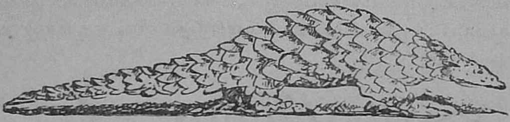
தேனீக்களும், குளவிகளும் அவற்றின் இருப்பிடம் தாக்கப்பட்டால் கொடுக்குகளால் சண்டையிடும். அவற்றின் தேகத்தின் பின்புறத்தில் கொடுக்குகள் இருக்கின்றன. தேனீயின் கொடுக்கு ஓர் உறையையும் அதில் ஊசி போன்ற இரு கருவிகளையும் உடையது. முதலில் உறையாலும், பிறகு ஊசிகளினுலும் தோலைக் குத்தும். அப்போது விஷம் சொரியப்படும். வேலைக்காரத் தேனீயின் கொடுக்கு, கொட்டுவதனல் ஒடிந்துவிடும்; ஒடிந்துவிடுவதால் அது இறந்து விடும்.

கம்பளிப் புழுவைத் தொட்டால் அதன் மயிர்கள் சுலபமாகத் தோலில் இறங்கி ஒடிந்து தோலிலேயே தங்கிவிடும். அதனல் உடம்பில் அம் மயிர்கள் எரிச்சலை உண்டாக்கும்.



படம் 50. கம்பளிப் புழு.

ஆகவே, அதன் மயிர்கள் விரோதிகளிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்ள உதவுகின்றன.



படம் 51. எறும்பு தின்னி.

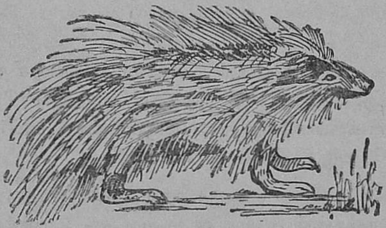
ஆடுமாடுகளின் கொம்புகள் தங்களைக் காப்பாற்றிக் கொள்ளவும், எதிரிகளிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்ளவும் பயன்படும்.

எறும்பு தின்னியின் (ant-eater) தேகம் உறுதியான செதில்களாலானது. விரோதிகள் அதைத் தாக்கினல் தேகத்தைப் பந்துபோல் உருட்டிக் கொண்டு தலையை அதில் மறைத்துக் கொள்ளும். உறுதியான தோல் மட்டும் வெளியே தெரிவதால் அதன் விரோதி அதற்குத் தீங்கு செய்ய முடியாது. யானை, காண்டாமிருகம் இவற்றின் தோல் மிக உறுதியானது; தோலில் குண்டு பாய்வதுகூட மிகக் கடினம்.

படம் 51(a). எறும்பு தின்னி விரோதியால் தாக்கப் பட்டால் இதுபோல் உருட்டிக் கொள்ளும்.

ஆமையின் தேகம், பெட்டி போன்ற ஓட்டினல் மூடப்பட்டிருக்கிறது. மேல் ஓடும் கீழ் ஓடும் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஓடு

இரண்டு படலங்களை உடையது. உள்ளடுக்கு எலும்பினுலானது; வெளியடுக்கு உறுதியான கொம்பு போன்ற பொருளினுலான செதில்களை உடையது. ஓட்டில் துவாரங்கள் உள்ளன. அவற்றின் வழியாகத் தலையையும், கால்களையும், வாலையும் நீட்டிக்கொள்ளும். அபாயம் ஏற்பட்டால் இவற்றை ஓட்டிற்குள் இழுத்துக்கொண்டு தப்பித்துக் கொள்ளும்.



படம் 52. முள்ளம் பன்றி.

முள்ளம் பன்றியின் தோலின்மேல் நீளமான, கூர்மையான அனேக இறகுகள் (quills) இருக்கின்றன. சாதாரணமாக இவை தேகத்தின்மேல் படிந்திருக்கும். எதிரியால் தாக்கப்பட்டால், அது இறகுகளை செங்குத்தாக்கிக்கொண்டு தேகத்தைப் பந்துபோல் உருட்டிக் கொள்ளும். விரோதி அதை நெருங்குவதற்கே அஞ்சும்; நெருங்கினுலும் இறகுகளால் அவற்றைக் குத்தும்.

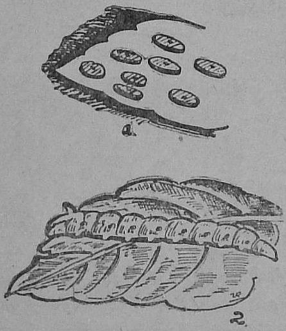
அத்தியாயம் 3

பட்டுப்பூச்சி

பட்டின் வரலாற்றைப்பற்றி ஒரு கதை உண்டு. கி. மு. 2,500 வருடங்களுக்குமுன் வசித்த சீன தேசத்து இராணியார் ஒரு நாள் அரண்மனைத் தோட்டத்தில் தன் கணவரோடு உலாவிக்கொண்டிருந்தபோது ஒரு விகாரமான புழுவைக் கண்டார். அது சிறியதாகவும் வெண்-

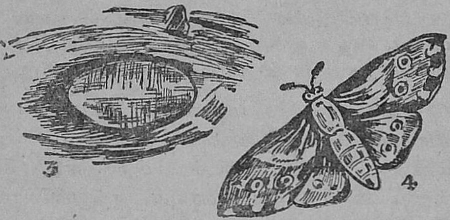
பச்சை நிறமுள்ளதாகவும் இருந்தது; முசுக்கட்டை இலைகளை (mulberry leaves) ஏராளமாகத் தின்றுகொண்டிருந்தது. இராணியும் அரசனும் அதையே கவனமாகப் பார்த்துக் கொண்டிருந்தார்கள். பிறகு அது உண்ணுவதை நிறுத்தித் தன்னைச் சுற்றி மெல்லிய இழையையுடைய நூலினால் புழுக் கூட்டைக் (cocoon) கட்டிக்கொண்டது. இராணி அவ்விழையிலிருந்து பட்டு நூலை நூற்றாள். இப்போதும் ஒவ்வோர் ஆண்டிலும் சீனாவில் பட்டுப்பூச்சியின் முட்டைகள் பொரியும் காலத்தில் 'பட்டுப் பூச்சியின் தேவதை'க்காகத் திருநாள் கொண்டாடப்படுகிறது. இப்போது சீனா, ஜப்பான், இந்தியா முதலிய தேசங்களில் பட்டு தயாரிக்கப்படுகிறது. ஒரு பவுண்டு பட்டு தயாரிக்க சுமார் 3,000 புழுக் கூடுகள் வேண்டும்.

பட்டுப்பூச்சியின் உருமாற்றத்தில் (metamorphosis) நான்கு பருவங்கள் உள்ளன:—முட்டை, லார்வா (பட்டுப் புழு), புயூப்பா (கூட்டுப் புழு), பட்டுப்பூச்சி (silk moth). பெண் பூச்சி முட்டைகளை முசுக்கட்டை இலைகளில் இடும்.



படம் 53 (a). பட்டுப்பூச்சியின் உரு மாற்றங்கள்.
1. முட்டை. 2. லார்வா.

அவை சூரிய வெப்பத்தினால் பொரிந்து கம்பளிப் புழுக்கள் வெளிவரும். அவை இலைகளை ஏராளமாகத் தின்னும். பிறகு தங்களைச் சுற்றிப் புழுக்கூடுகளைக் கட்டிக்கொள்ளும். கம்பளிப் புழுவின் தலையில் இருக்கும் சுரப்பிகளிலிருந்து உண்டாகும் பாகு போன்ற பொருள் வாய்க்குக் கீழாக உள்ள இரு துவாரங்களின் வழியாக மெல்லிய இழையாக வெளிவரும். காற்றுப் பட்டதும் அது மஞ்சள் நிறமுள்ள நூலாக மாறிவிடும். நூல்



படம் 53 (b). பட்டுப்பூச்சியின் உருமாற்றங்கள்.
3. புயூப்பா. 4. பட்டுப்பூச்சி.

நூற்கும்போது கம்பளிப் புழு தன் தலையை நிமிடத்திற்கு சுமார் 65 முறை அசைக்கும். இவ்வேலையை மூன்றுநாள் செய்து புயூப்பாவாக மாறும். கூட்டிற்குள் பட்டுப்பூச்சியின் அவயவங்கள் வளருகின்றன. இப்பருவத்தில் அது ஆகாரம் உண்ணுது. உருமாற்றம் பூர்த்தியானதும் பட்டுப் பூச்சி கூட்டை உடைத்துக்கொண்டு வெளிவரும். அதனுல், பட்டு நூல் கிழிந்துவிடும். ஆகவே, பட்டு நூல் தயாரிக்கப் புயூப்-பாவைக் கொல்லவேண்டும்.

பட்டுப்பூச்சியை வளர்ப்பவர்கள் ஒரு காகிதத்தின் மேல் பெண் பட்டுப் பூச்சியை முட்டையிடச் செய்து, வெய்யிலினுல் அல்லது மின்சாரத்தினுல் முட்டைகள் பொரிக்கும்படி செய்வார்கள். இவற்றின்றும் வெளி-வரும் புழுக்களை ஒரு அகன்ற தட்டில் விடுவார்கள். அத்-தட்டில் முசுக்கட்டை இலைகள் போடப்பட்டிருக்கும். அவற்றை உண்டு புழுக்கள் பருத்துப்போவதால், தோல் கழன்று புதுத்தோல் உண்டாகும். இதுபோல் நான்கு முறை தோல் கழன்றதும், லார்வா புயூப்பாவாக மாறும். கூடு கட்டுவதற்காகச் சில சிறு கிளைகளை அருகில் வைப்பார்கள். புயூப்பாக்களைக் கொதிக்கும் தண்ணீரில் போட்டுக் கொன்றுவிடுவார்கள். ஆனுல், வம்சம் விருத்தியாவதற்காகச் சில புயூப்பாக்களைக் கொல்லாமல் விட்டு விடுவார்கள்.

ஒரு புயூப்பாவிலுள்ள இழையின் நீளம் சுமார் 1,000 அடி இருக்கும். இழைகளை உருளையில் சுற்றி நாலைந்து இழைகளை ஒன்றாகச் சேர்த்து நூலாகத் திரிப்பார்கள்.

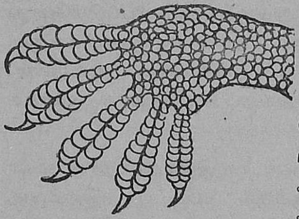
பட்டு நூல் மெல்லியதாகவும், வழவழப்பாகவும், பளபளப்பாகவும், உறுதியாகவும் இருக்கும். ஆகவே, பட்டாடைகள் மற்றவற்றைவிடச் சிறந்தன. மேலும், பட்டுநூல் எல்லாச் சாயங்களையும் ஏற்றுக்கொள்ளும். ரோமம், நுண்மயிர் (fur) இவற்றைப்போலவே பட்டும் வெப்பம்—அரிதில் கடத்தியாகும். பட்டுப் பூச்சிகள் தாமாகவே வெளிவந்தால் நூலிழைகள் அறுந்து போகும். இம்மாதிரி இழைகளைக்கொண்டு மட்ட ரகப் பட்டு தயாரிப்பார்கள். தற்காலத்தில் பஞ்சிலிருந்து போலிப் பட்டு (artificial silk) செய்யப்படுகிறது. இது பார்வைக்குப் பட்டாடையைப் போலவே இருக்கும்.

அத்தியாயம் 4

பிராணிகளின் இயக்கம்

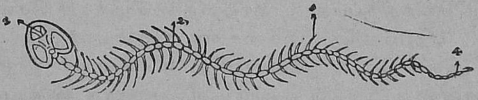
பிராணிகள் விரோதிகளிடமிருந்து தப்பித்துக்கொள்ளவும், ஆகாரம் தேடவும் இடம் மாறிக்கொண்டேயிருக்கும். வெவ்வேறு மிருகங்கள் வெவ்வேறு விதமாக இயங்கும். சில ஊர்ந்து செல்லும். வேறு சில குதித்துச் செல்லும். மற்றும் சில பறக்கும். சில பிராணிகள் நீந்தும். சில நடக்கும். இப்படிப் பிராணிகளின் இயக்கம் பலவிதமாக இருக்கும். இவ் வத்தியாயத்தில் பிராணிகளின் இயக்கத்திற்குத் தக்கபடி அவற்றின் தேகம் எப்படி அமைந்துள்ளது எனத் தெரிந்துகொள்வோம்.

பல்லி :—பல்லியின் இயக்கம் மிக விநோதமானது. அது கூரையின்மேல் விழாமல் நகர்ந்து செல்லும்; கண்ணாடியைப்போல் மிக வழவழப்பானதும் செங்குத்தானதுமான சுவரின் மேலும் நகரும் சக்தியை உடையது.



படம் 54. பல்லியின் விரல்களிலுள்ள தோல் மடிப்புகள்.

பல்லியின் கால் விரல்கள் மிகக் கூர்மையானவை. அதன் விரல்களின் அடியில் இரண்டு வரிசையாகத் தோல் மடிப்புகள் உள்ளன. மடிப்புகளின் இடையே காற்று இருக்கிறது. பல்லி, தன் விரல்களைச் சுவரின் மேல் அழுத்திச் சிறிது தூக்கினால், மடிப்புகளிடையேயுள்ள காற்று அகற்றப்பட்டு வெற்றிடம் (vacuum) உண்டாவதால், வெளிக்காற்று விரல்களைச் சுவரின்மேல் அழுத்தும். ஆகவே, பல்லி விழுவதில்லை. இக் காரணத்தினால் பல்லியின் விரல்கள் ஒட்டிக்கொள்ளும் புற உறுப்புகள் (adhesive limbs) எனப்படும்.



படம் 55. பாம்பின் எலும்புக்கூடு.
1. தலை. 2. முதுகெலும்பு. 3. விலா எலும்பு. 4. வால்.

பாம்பு :—பாம்பு மிக வேகமாக வளைந்து வளைந்து செல்லும் பிராணி.

பாம்பிற்குக் கால்கள் இல்லை. அதற்கு நீண்ட முதுகெலும்பு உண்டு. முதுகெலும்பு அனேக சிறிய எலும்புகளால் ஆனது. எலும்புகளெல்லாம் பந்துக்கிண்ண மூட்டால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு முள் எலும்பிலிருந்தும் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக விலா எலும்புகள் செல்லுகின்றன. இவை வளைந்திருக்கும். பாம்பின் தேகம் செதில்களால் மூடப்பட்டிருக்கிறது. விலா எலும்புகள் அடிச் செதில்களுடன் தசைகளால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

விலா எலும்புகள் முன்னுக்குத் தள்ளப்படும்போது செதில்களும் முன்னுக்கு நகரும். ஆகவே, தேகம் நகரும். எலும்புகளின் இணைப்புகள் பந்துக்கிண்ண மூட்டுகள். ஆதலால், பாம்பு தன் தேகத்தைப் பலவிதமாக வளைக்க முடிகின்றது.

நகரும் பரப்பானது கரடுமுரடாக இருந்தால்தான் விலா எலும்புகளுக்கும் செதில்களுக்கும் பிடிப்பு இருக்கும். ஆகவே, பாம்பு கண்ணாடியைப்போல் வழவழப்பான பரப்பின்மேல் வேகமாகச் செல்ல முடியாது. அப் பரப்பு செங்குத்தாக இருந்தால் அதன்மேல் ஏற முடியாது.

தண்ணீர்ப் பாம்புகள் வால்களால் தண்ணீரை அடித்து நீந்தும்.

பறவை :—காற்றில் பறப்பதற்குத் தகுந்தபடி பறவையின் தேகம் அமைந்திருக்கிறது. அதன் தேகம் முன்னும் பின்னும் குவிந்திருப்பதால் காற்றைக் கிழித்துச் செல்வது எளிது. பறப்பதற்கு இறக்கைகள் உதவியாக இருக்கின்றன. அதன் தேகம் இலேசானது. ஏனென்றால் இறகுகள் இலேசானவை; அதன் எலும்புகள் குழலாக இருப்பதால் அவைகளும் இலேசானவையே; மேலும், அதன் தேகத்தில் அனேக காற்றுப்பைகள் (air sacs) இருக்கின்றன. அதன் வால் சிறகுகள் திசையை மாற்றிக் கொள்ள உதவும்.

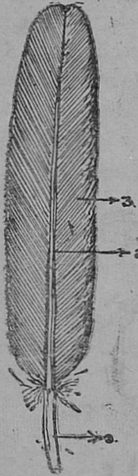
பறவைகளின் இறக்கைகள் நமது கைகளைப் போன்றவை. எலும்புகள் இறக்கைகளால் மூடப்பட்டிருக்கின்றன. இறக்கைகள் பலமான தசைகளினால் தேகத்தோடு இணைக்கப் பட்டிருக்கின்றன.

படம் 56.
இறக்கையின் அமைப்பு.

பறக்கும்போது இறக்கைகளைச் செங்குத்தாக முதுகுக்கு மேல் தூக்கி

அடித்துக்கொள்ளும் ; பிறகு அவற்றை முன்னேயும், கீழேயும், சிறிது பின்னேயும் கொண்டு செல்லும். அப்போது உண்டாகும் காற்றின் வேகத்தினுல் அதன் தேகம் முன்னுக்குத் தள்ளப்படுகிறது. வால்புறச் சிறகுகள் சுக்காணேப் போல் திசை மாறுவதற்கு உபயோகமாகின்றன.

பறப்பதில் மூன்று வகையுண்டு. (1) இறக்கைகளே அடித்துப் பறத்தல். (2) வட்டமிடுதல். பருந்து, கருடன் போன்ற பறவைகள் இறக்கைகளே அடிக்காமல் ஆகாயத்தில் வட்டமாகச் செல்லும். (3) பாய்தல். வானம்பாடியைப் போன்ற சில பறவைகள் இறக்கைகளே விரித்துக் கொண்டு கீழே இறங்கும்.

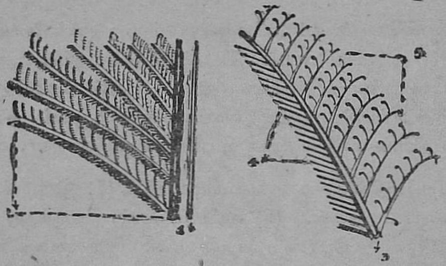


படம் 57.
இறகடி இறகின் பாகங்கள்.
1. இறகடி.
2. முதுகுத் தண்டு [rachis]
3. இறகுப் பரப்பு. [vane]

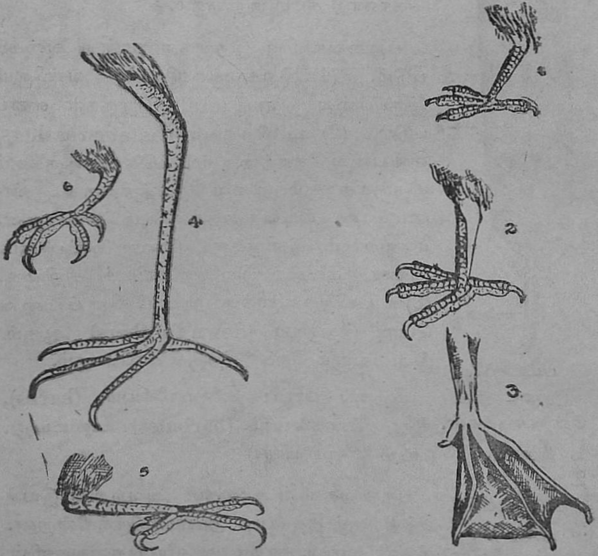
பறவைகளின் இறகுகள் மூன்று வகைப்படும். (1) இறக்கைகளிலும், வாலிலும் இருப்பவை இறகடி (quill) இறகுகள் எனப்படும். (2) உடலிறகுகள் (contour feathers) என்பவை தேகத்தை மூடிக்கொண்டிருக்கும் இறகுகளாகும். இவை தேகத்திற்கு உருண்டையான வடிவத்தைக் கொடுக்கின்றன. மழைக்கும், குளிருக்கும் இவை காப்பாகும். இவை 'க்வில்' இறகுகளேவிடச் சிறியன. (3) உடலிறகுகளுக்கு அடியிலிருப்பவை பொடி இறகுகள் (down feathers) ஆகும். இவைகளும் தேகத்திற்குக் காப்பாகும்.

இறகுப் பரப்பு கணேகளேயும் (barbs), சிறு கணேகளேயும் (barbules) உடையது. (படம் 58-ஐப் பார்.)

பறவைகளின் கால்கள் அவற்றின் இயக்கத்திற்குத் தக்கபடி அமைந்திருக்கின்றன. குருவி, மைனு, காகம் முதலிய பறவைகளின்



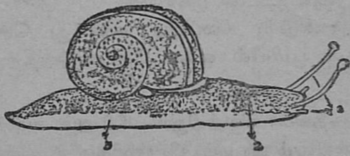
படம் 58. 1. முதுகுத் தண்டு. 2. இறகுப் பரப்பு. 3. கணை. 4. சிறு கணைகள் (கொக்கிகளின்றி). 5. சிறு கணைகள் (கொக்கிகளுடன்.)



படம் 59. பறவைகளின் கால்கள். 1. குருவி. 2. கவுதாரி. 3. வாத்து. 4. நாரை. 5. மரங்கொத்தி. 6. கிளி.

கால்கள் மரக் கிளையைப் பற்றிக் கொள்வதற்கு ஏற்றபடி அமைந்திருக்கின்றன (படம் 59—1). கிளைகளின்மேல் உட்காரும்போது கால்கள் மடக்கப்படுவதால் விரல்கள் கிளைகளைப் பற்றிக்கொள்ளுகின்றன. கவுதாரியின் (partridge) கால்கள் (படம் 59—2), நடப்பதற்கு ஏற்றபடி இருக்கின்றன. வாத்தின் கால் விரல்கள் சவ்வினுல் இணைக்கப் பட்டிருப்பதால், அது தண்ணீரில் நீந்தும் (படம் 59—3). நாரையின் (heron) கால்கள் நீண்டும், விரல்கள் நீளமாகவும் மெல்லியனவாகவு மிருப்பதால், அது சேற்று நீரில் நடக்கும் (படம் 59—4). மரங்கொத்தியின் விரல்கள் முன்னுல் இரண்டும், பின்னுல் இரண்டும் இருப்பதால் அது மரத்தில் ஏறும் (படம் 59—5). கிளியும் மரமேறும் பறவையாகும் (படம் 59—6).

நத்தை :—நத்தை மெதுவாக ஊர்ந்து செல்லும் பிராணி. மழை பெய்து ஓய்ந்ததும் தோட்டங்களில் நத்தை காணப்படும். அதன் தேகம் தசையினுலானது. விரோதிகளைக் கண்டால் தசையை ஓட்டுக்குள் இழுத்துக் கொள்ளும். தசையின் அடிப்பாகமே அதற்குக் கால்போல் உதவுகின்றது. நத்தையின் பாதத்தில் நீளவாட்டிலும், குறுக்குவாட்டிலும் பல தசை நார்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன.



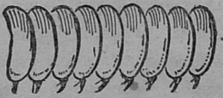
படம் 60. நத்தை. 1. உணர் இழைகள். 2. உடல். 3. கால்.

நத்தை தன் தசை உடலைச் சுருக்கியும், தளர்த்தியும் ஊர்ந்து செல்லும். நகரும்போது கவனித்தால் அதன் உடல் அலையைப்போல் அசைவது தெரியும். செல்லும்

பாதை வழவழப்பாக இருக்கக் கோழை போன்ற ஒருவித திரவம் வாய்க்குக் கீழுள்ள சுரப்பியில் உண்டாகி, பாதத்தின் முன் பாகத்தின் மூலம் வெளியே சொரியப்படுகிறது. செங்குத்தான பாதைகளில் ஏறும்போது அது சறுக்கி விழாமல் இத்திரவம் காப்பாற்றும்.

நிலப்புழு :—இது பூமியில் வளைதோண்டி வசிக்கும். ஆகையால் இதற்குக் கை, கால்கள் தேவையில்லை. இதன் உடல் நீண்டும் உருண்டும் இருக்கும். அது பல சிறு தசைவளையங்களாலாகியது. மேற்புறம் வழவழப்பாகவும், அடிப்புறம் சுரசுரப்பாகவு மிருக்கும். ஒவ்வொரு வளையத்தின் அடியிலும் நான்கு ஜதை மயிர்க்கால்கள் (setae) இருக்கின்றன.

முன் உடலிலுள்ள மயிர்க்கால்களின் உதவியால் பூமியைப் பற்றிக்கொண்டு பின் உடலை முன்னுக்கு இழுத்துக் கொள்ளுகிறது. பிறகு பின் உடலிலுள்ள மயிர்க் கால்களினுல் பூமியைப் பற்றிக்கொண்டு முன் உடலை முன்னே தள்ளுகிறது. இப்படியாகப் பின் உடலை இழுத்துக் கொண்டும், முன் உடலை முன்னே தள்ளிக் கொண்டும், நிலப்புழு நகர்ந்து செல்லுகிறது. மயிர்க்கால்கள் பூமியில் வளை தோண்டுவதற்கும் உதவுகின்றன.



படம் 61.
நிலப்புழுவின் மயிர்க் கால்களின் பெருந் தோற்றம்.

தவளை :—தவளை நிலத்திலும் நீரிலும் வசிக்கும்; அது நீரிலும், நிலத்திலும் வாழும் பிராணிகளில் ஒன்று (amphibian). நிலத்தில் அது குதித்துச் செல்லும்; தண்ணீரில் நீந்தும்.

தவளையின் முன்னங்கால்கள் குட்டையாகவும், பின்னங்கால்கள் நீண்டும் உறுதியாகவும் இருக்கின்றன. மற்றும்

TB A105 N60

பின்னங்கால்களின் விரல்கள் தோலினுல் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

தவளை உட்கார்ந்திருக்கும்போது அதன் பின்னங் கால்கள் மடங்கி யிருக்கும். வேண்டும்போது பின்னங்கால்களை நீட்டி அவற்ருல் பூமியை உதைத்துக் குதித்துச் செல்லும். பூமியை உதைக்கும்போது தேகம் முன்னுக்குத் தள்ளப்படுகிறது. குதித்துப் பூமியை அடையும் போது தேகம் அதிர்ச்சியுரு வண்ணம் முன்னங் கால்கள் தாங்கிக் கொள்கின்றன.

படம் 62. தவளை.

பின்னங்கால்களிலுள்ள விரலிடைத் தோல்களை (webs) அகற்றிக்கொண்டு தண்ணீரை உதைத்துத் தவளை நீந்தும்.

தமிழ்நாடு ஆவணக் காப்பகம் சென்னை-600 008
137257

கேள்விகள் :

1. வண்ணாத்திப் பூச்சியின் உணவென்ன? ஆகாரத்தைப் பெறுவதற்குச் சாதகமான அதன் பாகத்தை வரை. பாகங்களின் பெயர்களைக் குறி.
2. நிலப்புழுவின் ஆகாரம் யாது? அதன் ஆகாரப் பழக்கங்களை விவரி.
3. அட்டையின் ஆகாரம் யாது? அதன் வாயின் அமைப்பையும், ஆகாரம் உட்கொள்ளும் விதத்தையும் விவரி.
4. நத்தை ஆகாரத்தை எப்படி உட்கொள்ளுகிறது?
5. தற்காப்பு நிறம், தாக்கும் நிறம், நிறமாற்றம், எச்சரிக்கை நிறம்—இவற்றை உதாரணங்களுடன் விளக்கு.
6. தொழு வெட்டுக்கிளி ஆகாரத்தை எப்படித் தேடிக்கொள்ளுகிறது?
7. குச்சிப் பூச்சி, வண்ணாத்திப் பூச்சி—இவை விரோதிகளினின்றும் எப்படித் தப்புகின்றன?

8. அனுகரண நிறம் என்பதை உதாரணங்களுடன் விளக்கு.
9. விஷக் கருவிகளையுடைய மூன்று பிராணிகளைக் கூறு.
10. தேள், பாம்பு—இவைகளின் விஷக் கருவிகளை படங்களுடன் விளக்கு.
11. கம்பளிப் புழுவைத் தொட்டால் என்ன ஏற்படுகிறது? ஏன் ?
12. எறும்பு தின்னி எப்படி விரோதிகளினிற்றும் தன்னைக் காப்பாற்றிக் கொள்ளுகிறது?
13. தேள் கொட்டும்போது வலி தேகம் முழுவதும் ஏன் பரவுகிறது? கொட்டப்பட்டவனுக்கு என்ன சிகிச்சை செய்வாய்?
14. ஆமை, முள்ளம்பன்றி—இவற்றின் தேக அமைப்புகள் அவற்றுக்கு எப்படி அனுகூலமானவை?
15. பட்டுப் பூச்சியின் உருமாற்றங்களைக் கூறு. ஒவ்வொரு பருவத்திலும் அதன் ஆகாரத்தைக் கூறு.
16. பட்டு நூல் என்பது யாது?
17. பட்டு உடைகளின் அனுகூலங்களைக் கூறு.
18. பிராணிகளுக்கு இயக்கம் ஏன் அவசியம்?
19. பாம்பு எப்படி நகருகிறது என்பதை விளக்கு. வழவழப்பான பரப்பின்மேல் ஏன் பாம்பால் நகர முடிவதில்லை ?
20. இறகின் படம் வரைந்து, பாகங்களைக் குறிப்பிடுக.
21. தவளையின் தேக அமைப்பையும், இயக்கத்தையும் விவரி.
22. நத்தை, பல்லி, நிலப்புழு—இவை எப்படி இயங்குகின்றன? இவை நகர்வதற்கு ஏற்ற தேக அமைப்புகளை விவரி.
23. நாரை, வாத்து, மரங்கொத்தி—இவற்றின் கால்களின் அமைப்புகளையும், பொருத்தங்களையும் கூறுக.

மூன்றும் பாகம்

தாவர நூல்

அத்தியாயம் 1

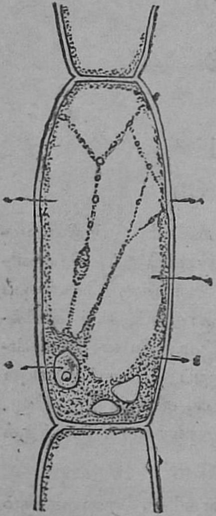
தாவர ஸெல் (Plant cell)

தாவரங்கள் பிராணிகளுக்கும் நமக்கும் இன்றியமையாதன. அவைகள் ஆகாரத்தைத் தயாரித்துப் பிராணிகளுக்கும் நமக்கும் உதவுகின்றன. நமக்கு வேண்டிய உடை, நாம் எழுதுவதற்கு வேண்டிய காகிதம், நாம் வசிக்கும் வீடுகளுக்கு வேண்டிய மரங்கள் முதலியன தாவரங்களிலிருந்தே கிடைக்கின்றன. மருந்துப் பொருள்களையும் தாவரங்களிலிருந்தே பெறுகிறோம். ரப்பர், சாயம், கொயினா, காப்பி போன்ற பல பொருள்களைத் தாவரங்கள் நமக்குக் கொடுக்கின்றன.

தாவரங்களும் உயிருள்ள பொருள்களே. அவைகளும் பிராணிகளைப் போலவே ஆகாரத்தைச் சீரணித்து வளருகின்றன; சுவாசிக்கின்றன; அதாவது பிராணவாயுவை உட்கொண்டு கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை வெளிவிடுகின்றன. பிராணிகளைப்போல் தாவரங்களும் தம் வம்ச விருத்தி செய்கின்றன. தாவரங்கள் குளிர், வெப்பம், வெளிச்சம், தண்ணீர் முதலிய தூண்டுதல்களுக்கு (stimulii) ஏற்ப இயங்குகின்றன.

தாவரத்தின் ஏதாவது ஒரு உருப்பின் வெட்டுப் பரப்பைக் கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பினால் (compound microscope) பரிசோதித்தால், அது மிகச் சிறிய பல பாகங்களாலானது என்பது தெரியவரும். இச் சிறிய பாகம் ஸெல் (cell) எனப்படும்.

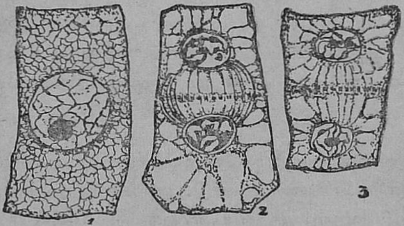
ஒவ்வொரு ஸெல்லேச் சுற்றியும் ஒரு ஸெல்-சுவர் உளது. ஸெல்-சுவர் என்பது உயிரற்ற பொருளாகிய ஸெல்லுலோஸினுல் (cellulose) ஆனது. ஸெல்லுலோஸ் என்பது கார்பன், ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன் இவற்றினுல் ஆகிய கூட்டுப் பொருளாகும். ஸெல்லுக்குள் (1) புரோட்டொப்பிளாஸம் (protoplasm) என்னும் உயிருள்ள பொருளும், (2) நுண் குமிழிகள் (vacuoles) என்னும் இடை வெளிகளும், (3) நுண் குமிழுக்குள் ஸெல்-ரசம் என்னும் திரவமும் இருக்கின்றன. ஸெல்-ரசம் ஸெல்களின் வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய உப்புக் கரைசலாகும். புரோட்டொப்பிளாஸத்தில் உட்கரு (nucleus) என்ற பொருள் இருக்கிறது.



படம் 63 ஸெல்.
1. ஸெல்-சுவர்.
2. புரோடொப் பிளாஸம்.
3. உட்கரு
4. நுண் குமிழி.

ஸெல்லில் புரோட்டொப்பிளாஸந்தான் மிக முக்கியமான பாகமாகும். புரோட்டொப்பிளாஸத்தை அதிக திறனுள்ள மைக்ரோஸ்கோப்பினுல் பார்த்தால் அது ஒரு நிறமில்லாத பாகுபோன்ற பொருளென்றும், அத்திரவத்தில் அனேக திட இம்மிகள் (particles) உள்ளனவென்றும் தெரிந்து கொள்ளலாம். திட இம்மிகளில் பச்சை நிறமாக உள்ளவை பசுங்கணிகங்கள் chloroplasts) எனப்படும். புரோட்டொப்பிளாஸமானது தாவரம் தயார் செய்யும் ஆகாரப் பொருள்களைத் தன்னைப் போல உயிருள்ள பொருளாக மாற்றும் சக்தியை உடையது. இம்மாறுதல் தன்மயமாதல் (assimilation) எனப்படும்.

இம் மாறுதலால் புரோட்டொப்பிளாஸத்தின் அளவு அதிகரிக்கின்றது. ஆகவே, செல் வளருகிறது. இவ் வளர்ச்சி தொடர்ந்து நடந்தால் செல்லின் அளவு மிகப் பெரியதாகிவிடும். ஆனால், செல் இயல்பான (normal) அளவை அடைந்ததும், உட்கரு இரண்டாகப் பிரியும். பிரிந்தபின் ஒரு செல்லிலிருந்து இரு செல்கள் உண்டாகும். இப்படியே அனேக செல்கள் உண்டாகித் தாவரம் வளர்ச்சியடைகிறது. தாவரத்தின் பரம்பரை (heridity) இயல்புகளுக்கு உட்கருவே காரணமாகும்.



படம் 64. செல் பிரிவது.
1. ஒரு செல். 2. உட்கரு பிரிந்திருப்பது. 3. இரண்டு செல்கள்.

அங்க ஜீவிகள் (organisms) இரு வகைப்படும். ஒரு செல் உள்ளவை (uni-cellular organisms), பல செல்கள் உள்ளவை (multi-cellular organisms).

ஒரு-செல்லுள்ளவை எல்லாவற்றிற்கும் செல்-சுவர், புரோட்டொப்பிளாஸம், உட்கரு, நுண் குமிழிகள் ஆகிய பாகங்கள் உண்டு. கிளாமிடாமனஸ், ஈஸ்டு, பாக்டீரியா முதலியவை ஒரு-செல்லுள்ள தாவரங்கள். குளங்களில் மிதக்கும் பசுமையான பாசியும் ஒரு-செல்லுள்ள தாவரம். இதற்கு ஹெமட்டோ கோக்கஸ் என்று பெயர். சிலவற்றிற்குப் ப்ச்சை நிறத்தைக் கொடுக்கும் பசுங்கணிகம் (chloroplast) உண்டு. ஈஸ்டைப்போன்ற சிலவற்றிற்குப் பசுங்

கணிகம் இல்லை. முன் சொன்னவை தண்ணீரில் கரைந்துள்ள கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடைக் கொண்டு ஸ்டார்ச்சு தயாரிக்கும்; ஒரு ஸெல் பல ஸெல்களாகப் பிரியும் இயல்பை உடையது. ஆனால் ஈஸ்டில் பசுங்கணிகம் இல்லாததால் அது ஸ்டார்ச்சைத் தயாரிக்க முடியாது. அது சர்க்கரைக் கரைசலில் விருத்தியாகும். சர்க்கரையைக் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடாகவும், ஆல்கஹாலாகவும் சிதைவுறச் செய்யும். இது அரும்புதல் (budding) என்னும் முறையில் விருத்தியாகும்.

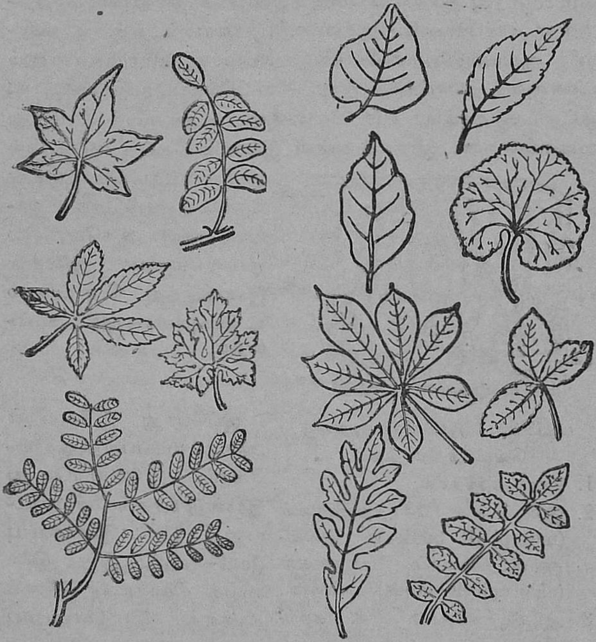
சாதாரணமாகத் தாவரங்கள் பல-ஸெல்லுள்ளவை. ஸெல்லின் அமைப்பைப் பற்றியும், அது எப்படிப் பிரிந்து தாவரம் வளர்கிறது என்றும் ஆரம்பத்திலேயே கூறப்பட்டது.

பிராணிகளிலும் ஒரு-ஸெல்லுள்ளவை, பல-ஸெல்லுள்ளவை என்ற பிரிவுகள் உண்டு. அமீபா (amoeba), பரமிஸியம் (paramecium) முதலியன ஒரு-ஸெல்லுள்ள பிராணிகளாகும். இவை தண்ணீரில் வசிக்கும். மைக்ரோஸ்கோப்பினால்தான் இவற்றைப் பார்க்க முடியும்.

அத்தியாயம் 2

இலையின் அமைப்பு

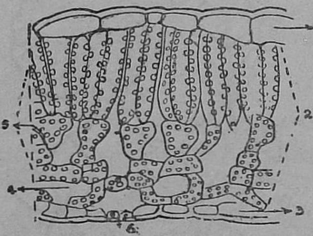
நான்காம் படிவத்தில் தாவரங்களும் நம்மைப் போலவே பிராணவாயுவை உட்கிரகித்து, கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை வெளிவிடுகின்றன என்று தெரிந்துகொண்டோம். மேலும் தாவரத்தின் எல்லாப் பாகங்களும் சுவாசிக்கின்றன என்றும் அறிந்தோம். இலைகளிலிருக்கும் இலைத்துளைகள் வழியாகவும், தண்டுகளிலுள்ள பட்டைத் துளைகள் வழியாகவும் வாயுமாற்றம் ஏற்படுகின்றது. வேர்களும், பூமியிலுள்ள



படம் 65. இலையின் பல்வேறு அலகுகள்.

நுண்ணிய மண் துணுக்குகளுக்கு இடையேயுள்ள காற்றைச் சுவாசிக்கின்றன. வாயு மாற்றத்தைத் தவிர மற்ெருரு முக்கிய வேலையாகிய நீராவிப் போக்கும் இலைகளின் மூலமாக நடைபெறுகிறது. வேர்களினுல் நிலத்திலிருந்து உறிஞ்சப்பட்ட தண்ணீரில் தாவரத்தின் வளர்ச்சிக்கு உபயோகப்பட்டது போக மீதி, இலைகளின் பரப்பிலிருந்து ஆவியாக மாறுகிறது. இவ் வேலைகளைத் தவிர இலையானது மற்ெருரு முக்கிய வேலையைச் செய்கிறது. இலையின் பச்சையம்

(chlorophyll) சூரிய வெளிச்சத்தின் உதவியால் காற்றிலுள்ள கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, தாவரம் உறிஞ்சும் தண்ணீர் ஆகியவற்றைக்கொண்டு ஸ்டார்ச்சு (starch) என்னும் உணவைத் தயாரிக்கின்றது. சில இலைகள், உதாரணமாக, முட்டைக்கோசும், சில கீரைகளும் உணவைச் சேமித்து வைக்கின்றன. இரணக் கள்ளி இலையைக் கட்டி வைத்தால் அதிலிருந்து மொட்டுகள் தோன்றி புதுச்செடி உண்டாகிறது. ஆகவே, சில தாவரங்களின் இலைகள் இனவிருத்தி செய்யும் உறுப்புகளாகவும் உள்ளன.



படம் 66. இலையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.

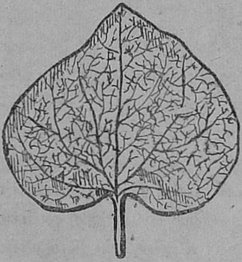
1. மேல்புறத்தோல்.
2. இலை நடுச் சோற்றணுக்கள் (mesophyll bodies). இவைகளில் பச்சைப் பொருள்கள் (chlorophyll bodies) உள்ளன.
3. அடிப்புறத்தோல். 4. காற்றிடம்.
5. பச்சையங்கள். 6. இலைத்துளை.

இப்போது இலையின் அமைப்பைப்பற்றிஆராய்வோம். இலையானது இரண்டு பாகங்களையுடையது. (1) இலைக்காம்பு (leaf-stalk). இது இலையைக் கிளையுடன் இணைக்கின்றது. (2) இலைப்பரப்பு அல்லது அலகு (blade). இது இலையின் அகன்ற பாகமாகும். இது பல வடிவங்களையுடையது. (படம் 65-ஐப் பார்.)

ஓர் இலையின் குறுக்கு வெட்டுப் (cross-section) பரப்பை மைக்ரோஸ்கோப்பினுல் பார்த்தால் கிடைக்கும் தோற்றத்தைப் படம் 66 குறிக்கிறது.

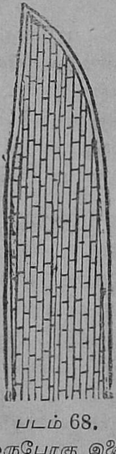
புறத்தோல் உள்ளேயிருக்கும் பாகங்களைக் காப்பாற்றுவது மன்றித் தண்ணீரை நிலைநிறுத்திக் கொள்ளவும் பயன்-

படுகிறது. இலை நடுச்சோற்றில் பச்சையங்களும், காற்றிடங்களும் உள்ளன. பச்சையத்தில் புரோட்டொப்பிளாஸம் உளது. பச்சையத்தினுல்தான் இலைக்குப் பச்சை நிறம் ஏற்படுகிறது. ஸ்டார்ச்சு தயாரிப்பதில் பச்சையம் முக்கிய அமிசமாகும். காற்றிடங்களில் தண்ணீர் சேகரிக்கப்பட்டு இலைத்துளைகள் வழியாக ஆவிகள் வெளியே செல்லுகின்றன. நிலத் தாவரங்களின் அடிப்புறத்தோலில்தான் இலைத்துளைகள் இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு இலைத்துளையும் பக்கத்திற்கொன்ருகக் காப்பு ஸெல்களால் காப்பாற்றப் படுகிறது. இலைத்திசுக்களில் தண்ணீர் குறைவாக இருந்தால் காப்பு ஸெல்கள் இலைத்துளைகளை மூடி, தண்ணீர் ஆவியாக மாறுவதைத் தடுக்கும். நீர்த் தாவரங்களில் இலைத் துளைகள் மேற்புறத்தோலில் இருக்கும்.



படம் 67. பின்னல் போன்ற இலை நரம்புகள்.

ஒரு இலையின் பரப்பில் நடு நரம்பும் (vein of a leaf), பல கிளை நரம்புகளும் உள்ளன. நரம்புகள் வலைபோல் பின்னிக் கொண்டிருக்கலாம் (படம் 67), அல்லது அவை ஒரு-போகு (parallel) நரம்புகளாகவு மிருக்கலாம் (படம் 68 புல்லின் இலை). இந் நரம்புகள் தண்டின் பாஸ்டில் (புதுப்பட்டை) உள்ள சல்லடைக் குழாய்களுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.



படம் 68. ஒருபோகு இலை நரம்புகள்.

அத்தியாயம் 3

ஒளிச்சேர்க்கை (Photo-synthesis)

ஸ்டார்ச்சு, பிராணிகளுக்கு இன்றியமையாத உணவாகும். ஸ்டார்ச்சு என்பது கார்பன், ஆக்ஸிஜன், ஹைடிரஜன் இவற்ருல் ஆகிய கூட்டுப் பொருளாகும். பிராணிகள் ஸ்டார்ச்சைத் தயாரிக்க முடியாது. தாவரங்களினின்று பிராணிகள் ஸ்டார்ச்சைப் பெறுகின்றன. தாவரங்களின் பச்சையங்கள் சூரிய சக்தியின் உதவியால் காற்றிலுள்ள கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, வேர்களால் உறிஞ்சப்படும் தண்ணீர் இவற்றைக்கொண்டு ஸ்டார்ச்சைத் தயாரிக்கின்றன; இக் கிரியைக்கு ஒளிச்சேர்க்கை என்று பெயர்.

பரிசோதனை 1 :—ஸ்டார்ச்சுக்குச் சோதனை : ஒரு சோதனைக் குழாயில் சிறிது ஸ்டார்ச்சுக் கரைசலை (அரிசிக் கஞ்சி என்பது ஸ்டார்ச்சுக் கரைசலே) எடுத்துக்கொண்டு அதில் சிறிது அயொடின் கரைசலை விடு. கரைசல் நீல நிறமாக மாறுவதைக் கவனி. உருளைக்கிழங்குத் துண்டையும், அவரை விதையையும் ஸ்டார்ச்சுக்குப் பரிசோதனை செய்.

பரிசோதனை 2:—பச்சை இலையை ஸ்டார்ச்சுக்குச் சோதிக்க : சூரிய ஒளி நன்ருக விழுந்துகொண்டிருந்த ஒரு பச்சை இலையைச் செடியிலிருந்து மாலையில் பறித்துத் தண்ணீரில் கொதிக்க வை. பிறகு மெதிலேறு ஸ்பிரிட்டில் சாக்கிரதையாகக் கொதிக்க வை. ஸ்பிரிட்டில் பச்சையம் கரைந்து இலை வெளுத்துவிடும். இலையைத் தண்ணீரில் நன்ருகக் கழுவி மேஜைமேல் விரித்து வை. இலையின்மேல் அயொடின் கரைசலை விடு. இலை நீல நிறமாக மாறுவதைக் கவனி.

ஒளிச்சேர்க்கைக்கு மூன்று நிபந்தனைகள் அவசியம். அவையாவன : 1. சூரிய ஒளி, 2. பச்சையம், 3. கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு என்பன.

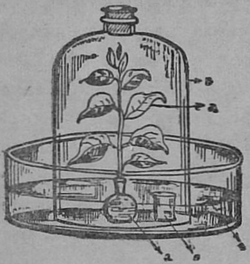
பரிசோதனை 3 :—ஒளிச்சேர்க்கைக்குச் சூரிய ஒளி அவசியம் என்று நிருபிக்க : சூரிய ஒளி நன்ருக விழுந்து கொண்டிருக்கும் ஒரு செடியின் பச்சை இலையின் பாதி பாகத்தைக் கறுப்புக் காகிதத்தினுல் மூடி, அதை ஒரு ஊசியால் இலையுடன் நன்ருகப் பொருத்தி வை. ஒரு நாள் காலை இப்படிச் செய்து, மாலையில் அவ்விலையைப் பறித்து ஸ்டார்ச்சுக்குச் சோதி. கறுப்புக் காகிதத்தினுல் மூடப்பட்ட பாகம் அயொடின் கரைசலினுல் நீல நிறமாக மாருது. மற்றப்பாகம் நீலமாக மாறும். கறுப்புக் காகிதம் சூரிய ஒளியைத் தடுத்துவிட்டது. ஆகவே, ஒளிச்சேர்க்கைக்குச் சூரிய ஒளி அவசியம் எனத் தெரிகிறது.

பரிசோதனை 4 :—பச்சையத்தின் அவசியத்தை நிருபிக்க : குரோட்டன் (croton) செடியின் இலைகள் பச்சை, மஞ்சள், வெள்ளை முதலிய பல நிறங்களை உடையனவாக இருக்கும். பகலில் சூரிய ஒளி விழுந்துகொண்டிருக்கும் இலைகளில் ஒன்றை மாலையில் பறித்து ஸ்டார்ச்சுக்குப் பரிசோதி. பச்சையாக இருந்த பாகம் மட்டும் அயொடின் கரைசலினுல் நீலநிறமாக மாறுவதைக் கவனி. ஆகவே, ஒளிச்சேர்க்கைக்குப் பச்சையம் அவசியம்.

பரிசோதனை 5 :— கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடின் அவசியம் : படம் 69-இல் காட்டியுள்ளபடி உபகரணங்களை அமைத்துக் கொள்.

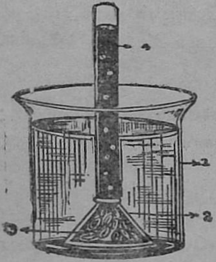
ஒரு பூந்தொட்டியை இரண்டு நாட்கள் இருட்டில் வைத்தால், இலைகள் ஸ்டார்ச்சு அற்றுப்போகும். செடியை வேருடன் ஜாக்கிரதையாக எடுத்து, அதைத் தண்ணீருள்ள ஒரு குடுவையில் வை. குடுவையை ஒரு பேசினில் வைத்து அதன் பக்கத்தில் எரிசோடாக் கரைசலுள்ள ஒரு முகவையை வை. குடுவையையும், முகவையையும் அடைப்பானுள்ள மணிச்சாடியினுல் மூடு. மணிச்சாடியின் அடிப்பாகம் பேசினில் நன்கு பொருந்தியிருக்க வேண்டும். இந்த

ஏற்பாட்டை ஒரு நாள் நிழலில் வைத்தால் மணிச் சாடியினுள் இருக்கும் காற்றிலுள்ள கார்பன் - டை - ஆக்ஸைடு எரிசோடாக் கரைசலினுல் உறிஞ்சப்பட்டுவிடும். பிறகு முழு ஏற்பாட்டையும் சூரிய வெளிச்சத்தில் ஒரு நாள் வை. மாலையில் இலையைப் பறித்து ஸ்டார்ச்சுக்குப் பரிசோதித்தால், அதில் ஸ்டார்ச்சு இல்லை என்று அறியலாம்.



படம் 69. 1. தண்ணீருள்ள குடுவை. 2. செடி. 3. மணிச்-சாடி. 4. பேசின். 5. எரி-சோடாக் கரைசலுள்ள முகவை.

மேற்சொன்ன பரிசோதனையை முகவையில் எரிசோடாக் கரைசலுக்குப் பதிலாகத் தண்ணீரை வார்த்துச் செய்தால், இலையில் ஸ்டார்ச்சு இருக்கும். ஆகவே, இலைகள் ஸ்டார்ச்சு தயாரிக்கக் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு அவசியம் எனத் தெரிகிறது.



படம் 70.

1. தண்ணீருள்ள முகவை.
2. புனல்.
3. வேலம்பாசி.
4. தண்ணீர் நிரம்பியுள்ள சோதனைக் குழாய்.

ஸ்டார்ச்சு தயாரிப்புக்கு வேண்டிய கச்சாப்பொருள்கள் (raw materials) கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடும் தண்ணீரும் ஆகும். இவ்விரு பொருள்களும் இரசாயனக்கூடுகை அடைகின்றன. ஸ்டார்ச்சு உண்டாவதற்கு வேண்டிய சக்தி சூரிய ஒளியால் கிடைக்கின்றது. பச்சையத்தின் மூலமாகத் தான் சூரிய ஒளி இவ்வேலையைச் செய்ய முடியும்.

ஒளிச் சேர்க்கையின்போது ஆக்ஸிஜன் உடன் விளைவாக (by-product) உண்டாகின்றது.

பரிசோதனை 6 :—70-ஆம் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி வாயகன்ற ஒரு முகவையை எடுத்துக்கொண்டு அதில் முக்கால் பாகம் தண்ணீர் வார்த்துத் தண்ணீரில் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடைக் கொஞ்ச நேரம் செலுத்து. வாயு தண்ணீரில் கரையும். நீர்த் தாவரமாகிய வேலம் பாசியை முகவையில் வைத்து, அதைப் புனலினால் மூடு. ஒரு சோதனைக் குழாயைத் தண்ணீரினால் நிரப்பி, புனலின் காம்பு அதற்குள் இருக்கும்படியாக அதைத் தலைகீழாகப் பொருத்து. முழுவதையும் சூரிய வெளிச்சத்தில் வை. சோதனைக் குழாயில் ஒரு வாயு சேருவதைக் கவனி. சில மணி நேரம் பொறுத்து இவ் வாயுவைச் சோதி. இது செந்தளிக்கும் குச்சியை எரியச் செய்கின்றது. ஆகவே, இது ஆக்ஸிஜனாகும்.

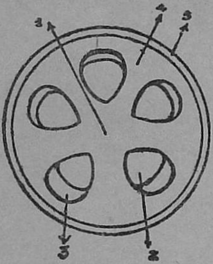
இவ்வேற்பாட்டை இருட்டில் வைத்தால், ஆக்ஸிஜன் உண்டாகாது. ஸ்டார்ச்சு தயாரிப்புக்குப்பின் அதிகமாக உள்ள பிராணவாயு வெளியகற்றப்படுகிறது.

கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு + தண்ணீர் = ஸ்டார்ச்சு + பிராணவாயு.

முதல் நாள் சூரிய வெளிச்சத்திலிருந்த ஒரு இலையை மறுநாள் காலையில் பரிசோதித்துப் பார்த்தால் அதில் ஸ்டார்ச்சு இருப்பதில்லை. செடியின் எல்லாப் பாகங்களிலும் ஸ்டார்ச்சு உளது. உருளைக்கிழங்கில் பச்சையம் இல்லை. பச்சையம் இல்லாவிட்டாலும் அதில் ஸ்டார்ச்சு இருக்கிறது. ஆகவே, இலைகளால் தயாரிக்கப்பட்ட ஸ்டார்ச்சு செடியின் எல்லாப் பாகங்களுக்கும் செல்லுகிறதென்று தெரிகிறது. ஆனால், ஸ்டார்ச்சுக் கரைசலுக்கு ஒரு ஸெல்லிலிருந்து ஸெல்-சுவர் வழியாக மற்றொரு ஸெல்லுக்குட் செல்லும் சக்தி கிடையாது.

ஸெல்லிலுள்ள புரோட்டொப்பிளாஸம் டயஸ்டேஸ் (diastase) என்னும் நொதியைத் தயாரிக்கிறது. இந்நொதி-

யானது ஸ்டார்ச்சைச் சர்க்கரையாக மாற்றுகின்றது. சர்க்கரைக் கரைசல் ஸெல்-சுவர் வழியாக எல்லா ஸெல்களுக்கும் செல்லுகிறது. சர்க்கரையானது மறுபடியும் ஸ்டார்ச்சாக மாற்றப்பட்டுத் தண்டுகள், வேர்கள், விதைகள் முதலியவற்றில் சேகரித்து வைக்கப்படுகிறது. புரோட்டீனை மாற்றும் நொதி பிரோடியேஸ் எனப்படும்.



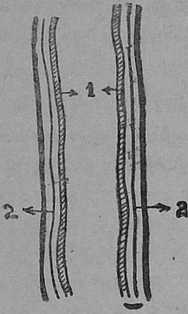
படம் 71 (a). தண்டின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம். 1. உட்சோறு (pith). 2. மரம். 3. பாஸ்டு. 4. புறணி (cortex). 5. புறத்தோல்.

தாவரம் ஸ்டார்ச்சிலிருந்து கொழுப்பைத் தயாரிக்கின்றது. எண்ணெயும் ஒரு கொழுப்புப் பொருளேயாகும்.

இலைகள் தயாரிக்கும் உணவு, இலை நரம்புகள் வழியாகவும் இலைக் காம்பிலுள்ள குழாயின் வழியாகவும், கிளைகளிலுள்ள சல்லடைக் குழாய்கள் (sieve tube) வழியாகவும், தண்டிலுள்ள சல்லடைக் குழாய்கள் வழியாகவும் கீழ்நோக்கிச் செல்லுகின்றது.

வேர்கள் பூமியிலிருந்து நைட்டிரேட்டு, பாஸ்பேட்டு, சல்பேட்டு ஆகிய உப்புக் கரைசல்களை உறிஞ்சுகின்றன. இக் கரைசல்கள் தண்டில் உண்டாகும் புது மரப் பாகத்திலுள்ள குழாய் மூலம் மேலே செல்லுகின்றன.

பாஸ்டு என்பது வளர்ந்துகொண்டிருக்கும் புதிய பட்டை (bark) யாகும். இதில்தான் சல்லடைக் குழாய்கள் உள்ளன. பாஸ்டுக்கு அடுத்தபடியாக உட்புறத்தில் வளர்ந்து கொண்டிருக்கும் புதிய மரப் பாகம் உள்ளது. இதில் குழாய்கள் உள்ளன.



படம் 71 (b).
தண்டில் உள்ள
குழாய்கள்.
1. உப்புக் கரைசல்கள் மேலே செல்லும் குழாய். 2. இலை உணவு கீழே வரும் குழாய்.

புரோட்டீன் :— தாவரங்கள் ஸ்டார்ச்சு, கொழுப்பு ஆகிய உணவுகளைத் தவிர புரோட்டீன் என்னும் நைட்டிரஜன் உணவையும் தயாரிக்கின்றன. புரோட்டீனில் ஸ்டார்ச்சிலுள்ள மூலகங்களாகிய கார்பன், ஆக்ஸிஜன், ஹைடிரஜனைத் தவிர நைட்டிரஜனும், சிறிதளவு கந்தகமும், பாஸ்வரமும் உள்ளன. ஸ்டார்ச்சும், உப்புகளும் இரசாயனக் கூடுகை அடைந்து, புரோட்டீன் தயாரிக்கப்படுகிறது.

ஆகாரச் சேமிப்பு :— இலைகள் மிக அதிகமான அளவுக்கு ஸ்டார்ச்சைத் தயாரிக்கின்றன. ஆகவே, செடியின் பல பாகங்களில் உணவு சேமித்து வைக்கப்படுகின்றது. சூரிய வெளிச்சம் இல்லாத காலங்களில் சேமித்து வைத்த உணவைத் தாவரங்கள் தங்கள் வளர்ச்சிக்கு உபயோகப்படுத்திக்கொள்ளும். இலையுதிர் காலங்களிலும் சேமித்து வைத்த ஆகாரம் தாவரங்களுக்குப் பயன்படும். மேலும், சேமித்துவைக்கப்பட்ட ஆகாரம் நமக்கு உணவாகப் பயன்படுகின்றது.

ஆகாரம் சேமித்து வைக்கப்படும் பாகங்கள் :— 1. விதைகள் : அவரை, நெல், கோதுமை, துவரை, பட்டாணி, எள் முதலியன. 2. வேர்கள் : முள்ளங்கி, சர்க்கரை வள்ளிக்கிழங்கு, காரட்டு (carrot), பீட்ரூட். 3. தண்டுகள் : உருளைக்கிழங்கு, இஞ்சி, மஞ்சள், சேனைக்கிழங்கு, கருணைக் கிழங்கு, கரும்பு. 4. இலைகள் : கோவிசு (cabbage), வெங்காயம், பூண்டு. 5. புஷ்பம்: காலி புஷ்பம் (cauli flower), வாழைப் பூ. இவ்வாறு சேமித்து வைக்கப்பட்ட ஆகாரம்

நமக்கு உணவாகப் பயன்படுகின்றது. எண்ணெய் போன்ற கொழுப்புகள் விதைகளிலும், இலைகளிலும் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன.

கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு ஆக்ஸிஜன் வட்டம் :— சுவாசிப்பதனுலும், பொருள்கள் எரிவதனுலும் ஏராளமான கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு காற்றை அடைகின்றது. தாவரங்களில் ஒளிச்சேர்க்கை என்னும் கிரியை உண்டாகாவிட்டால் காற்றில் பிராணவாயுவின் அளவு குறைந்து கொண்டே சென்று, உயிர் வாழ்க்கை அற்றுப்போகும். ஆகவே, தாவரங்களும் பிராணிகளும் ஒன்றுக்கொன்று ஒத்தாசை செய்துகொள்ளுகின்றன. காற்றில் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, ஆக்ஸிஜன் இவற்றின் அளவு மாருமலிருக்கின்றது.

சுவாசித்தலையும் ஒளிச்சேர்க்கையையும் ஒப்பிடுதல்

சுவாசித்தல்	ஒளிச்சேர்க்கை
1. பிராணவாயு உட்கொள்ளப்பட்டுக் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு வெளிவிடப்படுகிறது.	1. கார்பன்-டை - ஆக்ஸைடு உட்கொள்ளப்பட்டுப் பிராணவாயு வெளிவிடப்படுகிறது.
2. பகலிலும் இரவிலும் நடைபெறுகிறது.	2. சூரிய வெளிச்சத்தில் மாத்திரம் நடைபெறுகிறது.
3. எல்லாப் பாகங்களிலும் நடைபெறுகிறது.	3. பச்சைப் பாகங்களில் மாத்திரம் நடைபெறுகிறது.
4. சக்தி வெளிப்படுகிறது.	4. சக்தி உள்ளடங்குகிறது.
5. எடை நஷ்டமுண்டாகிறது.	5. எடை அதிகமாகிறது.
6. காற்று அசுத்தமடைகிறது.	6. காற்று சுத்தமாகிறது.

அத்தியாயம் 4

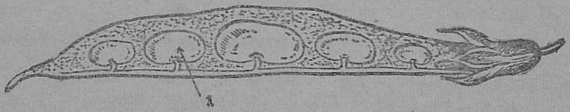
விதைகள்

தாவரங்கள் விதைகளின் மூலமாக வம்ச விருத்தி செய்கின்றன. ஆகவே, விதைகளைப்பற்றி நாம் ஆராய்வது அவசியம். ஆராய்வதற்கு அவரை விதைகளே ஏற்றவை.

உலர்ந்த அவரை விதை, பார்வைக்கு உயிரற்றது-போல் தோன்றுகிறது. ஆனால், அதை ஈரமான பூமியில் நட்டால், அது முளைக்க ஆரம்பிக்கின்றது. ஆகவே, அவ் விதையில் உயிர் மறைந்திருக்கின்றதென்று தெளி-வாகிறது.

அவரை விதை

ஓர் அவரை விதைப்பையைச் (bean pod) சாக்கிரதை-யாகத் திறந்தால், அதில் அனேக விதைகள் இருப்பதைப்-பார்க்கலாம். அவை பையுடன் மெல்லிய காம்பினால் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கின்றன. விதை வளரும்போது தாய்ச்-செடியிலிருந்து இக்காம்பின் மூலமாகத்தான் ஆகாரத்தைக் கிரகிக்கும்.



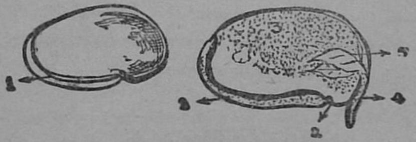
படம் 72. அவரைக் கனி. 1. விதை.

அவரை விதையின்மேல் ஒரு வெண்மையான தழும்பு (scar) இருக்கிறது. இதற்கு விதைத் தழும்பு (hilum) என்று பெயர். இத் தழும்பின் முனையில் இருந்த காம்பினால்தான் விதையானது விதைப் பையுடன் இணைக்கப்பட்டிருந்தது.

விதையைத் தண்ணீரில் ஊறவைத்துப் பிறகு எடுத்து அழுத்தினால், விதைத் தழும்பின் முனையிலுள்ள துவாரத்தின் வழியாகத் தண்ணீர் பொசியும். இத் துவாரம் விதைத் துளை (micropyle) எனப்படும்.

விதையின்மேல் விதையுறை (seed coat) உளது. இது உள்ளே இருக்கும் பாகங்களைக் காப்பாற்றுகிறது. விதையைத் தண்ணீரில் ஊற வை. விதை தண்ணீரை உறிஞ்சுவதனால் அது பருக்கும். அப்போது விதை யுறையைச்சுலபமாக எடுத்துவிடலாம். விதையுறை இரண்டு பாகங்களையுடையது: 1. வெளியுறை (testa), 2. உள்ளுறை (tegment).

விதையுறையை நீக்கினதும் இரண்டு வெண்மையான பருத்த பருப்பு போன்ற பாகங்கள் காணப்படும். இவை விதை இலைகள் (cotyledons) எனப்படும். செடி தானே ஆகாரம் தேடிக்கொள்ளச் சக்தி பெறும் வரையில் குழந்தைச் செடிக்கு வேண்டிய ஆகாரம் விதை இலைகளில் உளது.



படம் 73. அவரை விதை.

1. விதைத் தழும்பு. 2. விதைத் துளை. 3. விதை இலை. 4. முளைவேர். 5. முளைக் குருத்து.

விதை இலையைப் பிரித்துப் பார்த்தால், ஒன்றின் முனையில் குழந்தைச் செடி (primary axis) இருப்பதைக் காணலாம். இதன் ஒரு முனை காம்பு போல் இருக்கும். அதற்கு முளைவேர் (radicle) என்று பெயர். விதை முளைக்கும்போது இதுதான் கீழ் நோக்கி வளர்ந்து வேராகின்றது. குழந்தைச் செடியின் மீதிப் பாகத்தில் இளந்தண்டும் இரு குருத்திலைகளும் உள்ளன. இப் பாகம் முளைக் குருத்து (plumule) எனப்படும். இதுதான் தண்டாகவும் இலைகளாகவும் வளர்ந்தோங்குகிறது.

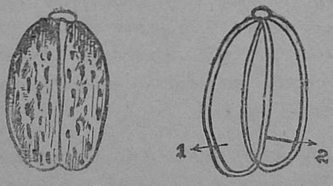
விதையுறையிலுள்ள விதை இலைகள், குழந்தைச் செடி இரண்டும் சேர்ந்து முளைக் கரு (embryo) எனப்படும்.

விதைகள் இருவகைப்படும் : 1. இரு விதையிலையுள்ள விதைகள் (dicotyledons), 2. ஒரு விதையிலையுள்ள விதைகள் (monocotyledons). அவரை, மாம்பழம், புளி, பூசணி, பருப்புகள் இவை முதல் வகைக்கு உதாரணங்கள். நெல், கோதுமை, மக்காச் சோளம், கம்பு இவை இரண்டாம் வகைக்கு உதாரணங்களாகும்.

ஆமணக்கு விதை

இதன் வெளியுறை கடினமாகவும், சுரசுரப்பாகவுமிருக்கும். வெளியுறையைச் சாக்கிரதையாக எடுத்தால் உள்ளுறை தென்படும். உள்ளுறையை நீக்கினல் ஒரு மிருதுவான பாகம் தென்படும். இதை அமுத்தினல் எண்ணெய்த் துளிகள் வெளிவரும். இது முளைக் கருவல்ல ; ஆகாரம் சேமித்து வைக்கப்பட்ட ஒரு திசு (tissue) ஆகும். இம் மிருதுவான பாகத்தை மெதுவாக எடுத்துவிட்டால், உள்ளே முளைக் கரு தெரியும். இதில் மிக மெல்லிய இரு விதை இலைகளும், குழந்தைச் செடியும் உள்ளன.

ஆமணக்கு விதையில் குழந்தைச் செடிக்கு வேண்டிய ஆகாரம் விதை இலைகளிலில்லை. அதைச் சுற்றியுள்ள மெல்லிய திசுவில் ஆகாரம் உள்ளது. இத் திசுவுக்கு எண்டோஸ்பெர்ம் (endosperm) அல்லது முளைச் சூழ்த்தசை என்று பெயர். குழந்தைச் செடி முளைக்கும்போது முளைச் சூழ்த்தசையில் இருக்கும் ஆகாரத்தை விதை இலைகள் கிரகித்து



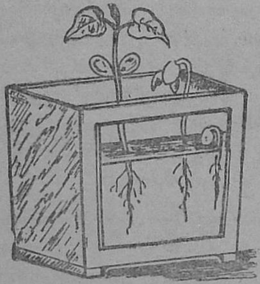
படம் 74. ஆமணக்கு விதை.
1. முளைச் சூழ்த்தசை.
2. விதை இலைகள்.

அதற்குக் கொடுக்கும்; அத் தசையில் இருக்கும் எண்ணெய்தான் ஆகாரம்.

அரிசியிலும் முளைச்சூழ்த் தசையில்தான் ஆகாரம் இருக்கிறது.

விதை முளைத்தல்

விதையானது நாற்ருக மாறுதல் விதை முளைத்தல் (germination) எனப்படும். விதை நாற்ருக மாறும்வரையில் உண்டாகும் மாறுதல்களைக் கவனிக்க, விதை முளைத்தல் பெட்டியைச் (germination box) சோதனைச்சாலையில் உபயோகப்படுத்துகிருேம்.



படம் 75. விதை முளைத்தல் பெட்டி.

இது மேலே திறந்துள்ள பெட்டி. ஒரு பக்கம் கண்ணுடியாலானது. கண்ணுடியைச் சுலபமாக வேண்டும்போது எடுத்துவிடலாம். இதில் மரத்தூளைப் போட்டுத் தண்ணீர் வார்த்து விதைகளை நடலாம்..

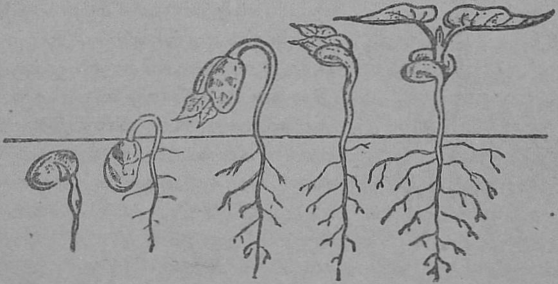
தண்ணீரில் ஊறவைத்த சில அவரை விதைகளைப் பலவிதமாக மேற்சொன்ன பெட்டியில் நடு. (அல்லது தினந்தோறும் சில அவரை விதைகளை நடலாம்.) அவ்வப்போது நாற்றை எடுத்துப் பரிசோதித்துப் பார்.

விதையானது விதைத் துளை வழியாகத் தண்ணீரை உறிஞ்சிப் பெருகும். விதையுறை விதையின் குழிவான பக்கத்தில் கிழிந்து, விதைத் துளை வழியாக முளைவேர் கீழ்நோக்கி வளர ஆரம்பிக்கின்றது. விதைகள் எப்படி நடப்பட்டிருந்தாலும் முளைவேர் கீழ்நோக்கியே வளர்ந்து

படம் 76. வேர்த் தூவிகள்.

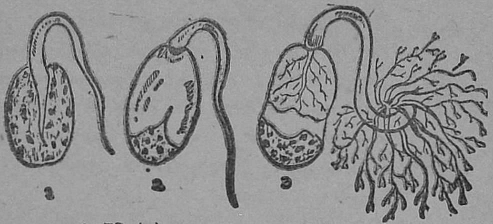
வேர் மண்டலமாகின்றது. வர வர வேர் நீண்டு, நாற்று நன்றாக நிலைப்படுகிறது. ஆணி வேரிலிருந்து கிளை வேர்கள் உண்டாகின்றன. வேரின் முனைக்குச் சிறிது மேலாக மயிரிழைபோன்ற மெல்லிய வேர்கள் உண்டாகின்றன. இவை வேர்த் தூவிகள் (root hairs) எனப்படும்.

வேர் நன்றாக வளர்ந்தவுடன், முளைக் குருத்து வளர ஆரம்பிக்கின்றது. முதலில் இது வளைந்து வளருகின்றது. ஏனென்றால், வேரும் விதை இலைகளும் பூமியிலிருப்பதால் நடுப்பாகம் வளைந்தே வளருமல்லவா? பிறகு தண்டு சிறிது சிறிதாக நிமிர ஆரம்பிக்கின்றது. விதை இலைகள் வரவரச் சுருங்குகின்றன. ஏனென்றால், அதிலிருக்கும் ஆகாரத்தைக்



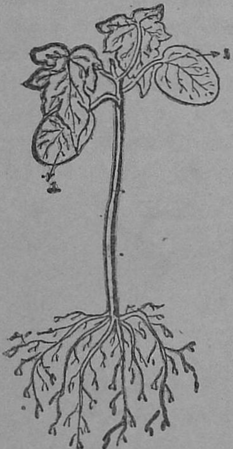
படம் 77. அவரை விதை முளைத்தல்.

குழந்தை செடி நாற்றாக மாற எடுத்துக்கொள்ளுகிறது. கடைசியாக, அவை வாடி வதங்கிக் கீழே விழுந்துவிடுகின்றன. இப்போது விதை நாற்றாக மாறிவிட்டது. அதற்கு இரண்டு இலைகள் இருக்கின்றன. விதை முளைத்தல் பூர்த்தியாகி விட்டது. (படம் 77-ஐப் பார்.)



படம் 78 (a). ஆமணக்கு விதை முளைத்தல்.

இனி, செடியானது ஆகாரத்-தைத் தானே தேடிக்கொள்ளும்.



படம் 78 (b).
1. இலைகள் போன்ற விதை இலைகள்.

ஆமணக்கு விதை முளைக்கும்-போதும் முளைக் குருத்து முதலில் வளைந்தே வளருகிறது. வெளிவரும் விதை இலைகள் பச்சையாக இருக்-கும். அவற்றின்மேல் மஞ்சள் நிற-முள்ளதும் பிசுக்குள்ளதுமான ஒரு பதார்த்தம் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும். இதுதான் ஆகாரமுள்ள முளைச் சூழ்த்தசையாகும். விதை இலைகள் இவ்வாகாரத்தை உறிஞ்சிக் குழந்-தைச் செடிக்குக்கொடுக்கும். நெல், மா, முந்திரி, கடலை, மக்காச் சோளம் இவற்றில் விதை முளைக்-கும்போது விதை இலைகள் பூமிக்கு மேலே வருவதில்லை. கீழேயே நின்றுவிடும்.

விதை முளைத்தலுக்கு அவசியமான வசதிகள்

விதை முளைத்தலின்போது குழந்தைச் செடிக்கு வேண்-டிய ஆகாரம் விதை இலைகளில் இருந்தபோதிலும் சில

அவசியமான வசதிகள் இல்லாவிடில், விதைகள் முளையா. விதை முளைத்தலுக்குக் காற்று, தண்ணீர், உஷ்ணம் அவசியம்.

பரிசோதனை 7:— இரண்டு முகவைகளை எடுத்துக் கொள். ஒவ்வொன்றிலும் சில அவரை விதைகளைப் போடு. ஒன்றில் நிறையத் தண்ணீர் ஊற்று. மற்றொன்றில் சில விதைகள் முழுவதும் தண்ணீரிலும், சில பாதி தண்ணீரிலும் பாதி அதற்கு மேலும் இருக்கும்படி தண்ணீர் ஊற்று. முதல் முகவையில் விதைகள் முளைக்கவில்லை. இரண்டாவதில் முழுவதும் தண்ணீரில் இருப்பவை முளையா. மற்றவை முளைக்கின்றன. முழுவதும் தண்ணீரிலிருப்பவற்றுக்குக் காற்று இல்லாததால் அவை முளைக்கவில்லை. ஆகவே, விதை முளைத்தலுக்குக் காற்று அவசியம்.

விதைகளை உலர்ந்த நிலத்தில் நட்டால் வளரா. அவற்றின்மேல் தண்ணீர் ஊற்றினால் அவை முளைக்க ஆரம்பிக்கின்றன. ஆகவே, விதை முளைத்தலுக்குத் தண்ணீர் அவசியமெனத் தெரிகிறது.

விதை முளைத்தலுக்கு உஷ்ணம் அவசியம். விதைகளை மிகக் குளிர்ச்சியான இடத்தில் நட்டால் அவை முளைப்பதில்லை. குளிர்ப் பிரதேசத்தில் தாவரங்கள் செழிப்பாக வளருவதில்லை. குளிர் காலங்களைவிட உஷ்ண காலங்களில் விதை முளைத்தல் நன்றாக நடைபெறும். கலியாணத்தில் 'பாலிகை'யை இருட்டறையில் வைக்கிறார்கள். ஏனெனில், அவ்வறையில் உஷ்ணம் அதிகமாக இருக்குமாதலால் விதை முளைத்தல் வேகமாக நடைபெறும். விதை முளைத்தலுக்கு வேண்டிய உஷ்ணநிலை (optimum temperature) மிக அதிகமாகவோ, குறைவாகவோ இருக்கக்கூடாது.

விதை முளைத்தலுக்கு நாம் உபயோகப்படுத்தும் விதைகளில் உயிர் இருத்தலவசியம். சில விதைகளை நட்டால் அவை முளைப்பதில்லை. ஏனென்றால், இவற்றில் உயிர், அதாவது முளைக்கும் சக்தி அற்றுப் போய்விட்டது.

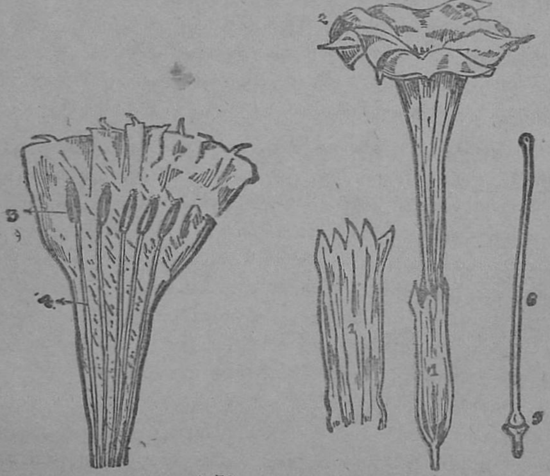
அத்தியாயம் 5

புஷ்பமும் அதன் வேலையும்

தாவரம் தன் இனத்தைப் புஷ்பங்களின் மூலமாக விருத்தி செய்கிறது. புஷ்பங்கள் விதைகளை உண்டாக்கி, இன விருத்தி செய்கின்றன. புஷ்பங்கள் இவ் வேலையை எப்படிச் செய்கின்றன என்று தெரிந்துகொள்ள, அவற்றின் அமைப்பை நாம் ஆராய்தலவசியம்.

புஷ்பத்தின் பாகங்கள்

புஷ்பத்தின் பாகங்களைத் தெரிந்து கொள்ள, ஊமத்தம் பூ அல்லது செம்பருத்திப் பூ சிறந்ததாகும்.



படம் 79. ஊமத்தம் பூ.

1. புல்லி வட்டம். 2. அல்லி வட்டம். 3. மகரந்தப் பை. 4. தாள். 5. சூல் பை. 6. சூல் தண்டு. 7. சூல் முடி.

புஷ்பங்களில் நான்கு முக்கிய பாகங்கள் இருக்கின்றன :—1. புல்லிவட்டம் (calyx), 2. அல்லிவட்டம் அல்லது மகுடம் (corolla), 3. மகரந்தக் கேசரங்கள் (stamens), 4. சூலகம் (pistil).

புல்லிவட்டம் :—புஷ்பத்தின் காம்பின்மேல் காணப்படும் பசுமையான பாகம் புல்லிவட்டம் எனப்படும். இதில் ஐந்து புல்லிகள் (sepals) இருக்கின்றன. ஊமத்தம் பூவிலும், செம்பருத்திப் பூவிலும் ஓரங்களில் ஐந்தும் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ரோஜாவில் ஐந்து புல்லிகளும் வெவ்வேருக இருக்கும். புல்லிவட்டம் மற்றப் பாகங்களைக் காப்பாற்றுகிறது.

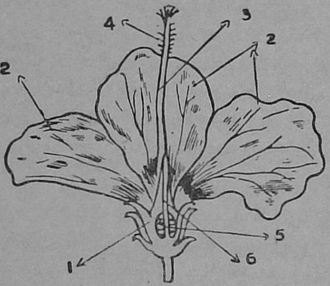
அல்லிவட்டம் :—இது புல்லிவட்டத்திற்குள் இருக்கிறது. இதில் ஐந்து அல்லிகள் (petals) உள்ளன. இவற்றுக்கு அழகான நிறமும் வாசனையும் உண்டு. தேனீக்கள் முதலியன இவற்றைக் கொண்டுதான் மதுவுக்காகப் புஷ்பத்தை நாடி வருகின்றன.

மகரந்தக் கேசரங்கள் :—ஊமத்தம் பூவின் அல்லி வட்டத்திற்குள் கம்பி போன்ற நீண்ட பாகங்கள் ஐந்து காணப்படுகின்றன. இவைதாம் மகரந்தக் கேசரங்கள் எனப்படும். ஒவ்வொன்றிலும் கம்பி போன்ற நீண்ட தாளும் (filament), தாளின் முனையில் மகரந்தப் பையும் இருக்கின்றன. பையைத் தொட்டால் மஞ்சள் நிறப் பொடி கையில் ஒட்டிக்கொள்ளும். பைக்குள் இருக்கும் பொடி மகரந்தம் (pollen) எனப்படும். மகரந்தக் கேசரங்கள் புஷ்பத்தின் ஆண் பாகமாகும்.

செம்பருத்திப் பூவில் கேசரங்கள் அல்லிகளுடன் இணைக்கப்படாமல் பூவின் நடுவே தனியாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். கேசரங்களின் தொகையும் அதிகமாக இருக்கும்.

சூலகம் :—புல்லிகள், அல்லிகள், கேசரங்கள் இவற்றை எடுத்துவிட்டால், ஊமத்தம் பூவில் மிகுதியாக இருப்பது

சூலகமாகும். இதன் பருத்த அடிப்பாகம் சூற்பை (ovary) எனப்படும். நடுப்பாகம் நீண்ட நூலைப் போலிருக்கும். இது சூல் தண்டு (style) எனப்படும். சூல் தண்டின் நுனியிலுள்ள பிசின்போல் ஒட்டிக்கொள்ளும் அகன்ற பாகம் சூல் முடி (stigma) எனப்படும். சூலகம் புஷ்பத்தின் பெண்பாகமாகும்.



படம் 80. செம்பருத்திப் பூ.

செம்பருத்திப் பூவில் சூல்முடி ஐந்தும் மிருதுவான குமிழிகளாக இருக்கும்.

எல்லாப் புஷ்பங்களிலும் புல்லி வட்டமும், அல்லி வட்டமும் உண்டு. அனேகமாக எல்லாப் புஷ்பங்களிலும் மற்றிரண்டு பாகங்களுமிருக்கும். ஆனல், சில புஷ்பங்களில் கேசரம் மட்டும் இருக்கும்; சூலகம் இராது. இவை மகரந்தம் மட்டும் உடைய (staminate) புஷ்பங்கள் எனப்படும். சூலகம் மட்டும் இருக்கும் புஷ்பங்கள் சூலகமுள்ள (pistillate) புஷ்பங்கள் எனப் பெயர் பெறும்.

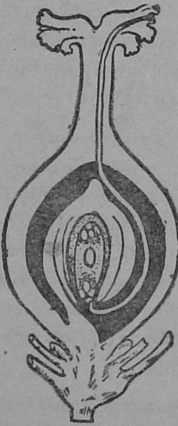
பூசணி, புடல், வாலிஸ்னேரியா இவற்றில் இருவித புஷ்பங்கள் உள. சில மகரந்தம் மட்டுமுடையவை; சில சூலகமுள்ள பூக்கள். பனை மரத்தில் மகரந்தம் மட்டுமுடைய பூக்கள் ஒரு மரத்திலும், சூலகமுள்ள பூக்கள் மற்றொரு மரத்திலும் காணப்படுகின்றன. தென்னையில் ஒரே மரத்தில் இருவித புஷ்பங்களும் உள.

மகரந்தச் சேர்க்கை (pollination):

பூவின் முக்கிய வேலை பழமாக மாறி, விதைகளை உண்டாக்கி, இனவிருத்தி செய்வதாகும். இது நேரிடுவ-

தற்கு மரகந்தப் பொடியானது சூல் முடியை அடைய-வேண்டும். மரகந்தப் பொடி சூல்முடியை அடைதல் மகரந்தச் சேர்க்கை எனப்படும். புஷ்பங்கள் விதைகளை உண்டாக்குவதற்கு இதுவே முதற்படியாகும். ஒரு பூவின் மகரந்தப் பொடி அதே புஷ்பத்தின் சூல்முடியை அடைந்தால், அது தன்-மகரந்தச் சேர்க்கை (self-pollination) எனப்படும். ஒரு பூவின் மகரந்தப்பொடி அதே இனத்தைச் சேர்ந்த வேருெரு புஷ்பத்தின் சூல்முடியை அடைந்தால், அது அயல்-மகரந்தச் சேர்க்கை (cross-pollination) எனப்படும்.

கருவுருதல் (fertilization) :



படம் 81.
கருவுறுதல்.

புஷ்பம் விதைகளை உண்டாக்கு-வதற்குக் கருவுறுதல் இரண்டாம் படி-யாகும். மகரந்தப் பொடியில் சந்ததி அணுக்கள் உள்ளன. சூற் பையில் சூல்-கள் (ovules) இருக்கின்றன. அவற்றில் மற்ருெரு விதமான சந்ததி அணுக்கள் இருக்கின்றன. மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படும்போது, மகரந்தப்பொடி பழுத்தும், சூல்முடி பக்குவமடைந்து மிருந்-தால் மகரந்தப் பொடி சூல்முடியிலுள்ள ஆகாரத்தைக்கொண்டு சூல்தண்டு வழி-யாகக் கீழ்நோக்கி வளருகின்றது. அது சூற் பையை அடைந்ததும் இரண்டு சந்ததி அணுக்களுக்கும் சேர்க்கை உண்டாகின்றது. இச் சேர்க்கை கரு-வுறுதல் ஆகும்.

இதற்குப் பிறகு பூவின் மற்றப் பாகங்கள் விழுந்து விடுகின்றன. சூற் பை காயாகவும் சூல்கள் விதைகளாகவும் மாறுகின்றன.

மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு உதவி புரிபவை

பூச்சிகள், பறவைகள், காற்று, தண்ணீர் இவை மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு உதவி புரிகின்றன.

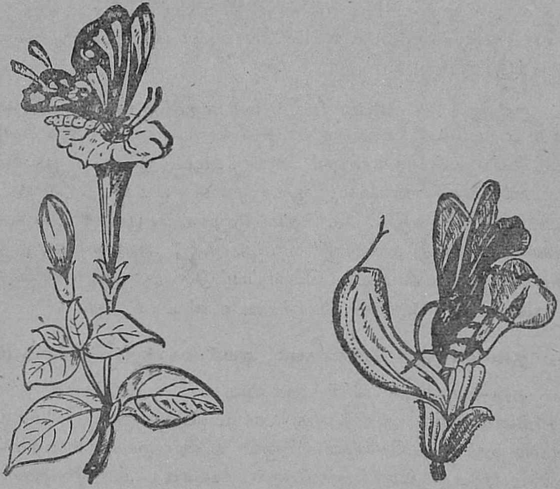
பூச்சிகள் :— தேனீக்கள், வண்ணாத்திப் பூச்சி, அந்திப் பூச்சி (moth) முதலியன புஷ்பத்தின் நிறத்தாலோ, வாசனையாலோ மதுவைக் குடிக்கப் புஷ்பத்தை நாடி வருகின்றன. மல்லிகை, பாரிஜாதம் போன்ற இராக் காலங்களில் மலரும் பூக்களுக்கு அதிக வாசனையுண்டு. ஏனெனில், வெளிச்சம் இல்லாததால் வாசனையைக்கொண்டுதான் பூச்சிகள் புஷ்பம் இருக்குமிடத்தை அறியமுடியும். மதுவைத்தவிர பூவிலுள்ள மகரந்தமும் பூச்சிகளுக்கு ஆகாரமாகும்.

மதுவானது சூற்பைக்கு அருகில் உளது. வண்ணாத்திப் பூச்சிக்கும், அந்திப் பூச்சிக்கும் வாயில் நீண்ட குழாயுண்டு. அதன் உதவியால் அவை மதுவைப் பருகும். தேனீக்களின் உறிஞ்சு குழாய் சிறியதாகும்.

இப்பூச்சிகளின் மேற்போர்வைகள் சுரசுரப்பானவை. போர்வைகளின்மேல் மயிர்கள் உள்ளன. மதுவைப் பருகப் பூவினுள் செல்லும்போது அவற்றின் தேகம் மகரந்தப் பைகளின்மேல் உராயும்; பை திறந்து மகரந்தம் அவற்றின் தேகத்தின்மேல் ஒட்டிக்கொள்ளும். பூவிலிருந்து வெளி வரும்போது சில மகரந்தத்தூள் அப்பூவின் சூல் முடியின் மேல் படிவதால், தன்-மகரந்தச் சேர்க்கை யுண்டாகிறது. அதே இனத்தைச் சேர்ந்த மற்ருெரு பூவினுள் செல்லும்போது அயல்-மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படும்.

பறவைகள் :—மதுவைப் பருகும் பறவைகள் புஷ்பத்திலுள்ள மதுவைப் பருகும். அவற்றின் அலகுகள் நீண்டு கூர்மையாக இருக்கும்.

காற்று :—புற்கள், நெற்பயிர், கோதுமை, மூங்கில், தென்னை, பனை, ஆமணக்கு, கமுகு, ஈந்து இவற்றின்



படம் 82. பூச்சி மதுவைப் பருகுதல்.
1. வண்ணாத்திப்பூச்சி. 2. தேனீ.

பூக்கள் காற்றினால்தான் மகரந்தச் சேர்க்கை அடைகின்றன. இப் புஷ்பங்களுக்கும், பூச்சிகளால் மகரந்தச் சேர்க்கை அடையும் புஷ்பங்களுக்கும் சில வித்தியாசங்கள் உண்டு.

புற்களின் பூக்களுக்கு வாசனையோ நிறமோ கிடையாது. இவற்றில் புல்லி வட்டமும், அல்லி வட்டமும் அனேகமாக இரா. இவற்றுக்கு ஏராளமான மகரந்தம் உண்டு. இவற்றின் சூல்தண்டு மிக நீண்டிருக்கும். சூல் முடி ‘ பிரஷ் ’ (brush) போல் இருக்கும்.

காற்றினால் மகரந்தப் பை திறக்கப்பட்டு மகரந்தம் நாலாபக்கமும் சிதறும். சில பொடிகள் சூல் முடியின்மேல் ஒட்டிக்கொள்ளும்.

தண்ணீர் :—தண்ணீரினால் மகரந்தச்சேர்க்கை பொதுவாக ஏற்படுவதில்லை. குளங்களில் வளரும் நாணல்களிலும், வாலிஸ்னேரியாவிலும் மகரந்தமட்டுமுடைய பூக்கள் தண்ணீருக்குள்ளாகவும், சூலகமுள்ள பூக்கள் தண்ணீர் மட்டத்திலுமிருக்கும். மகரந்தமட்டுமுடைய பூக்கள் பக்குவமானதும் பிரிந்து தண்ணீரில் மிதக்கும்; அவை வெடித்ததும் மகரந்தப் பைகள் வெளிப்பட்டுச் சூல்முடியின்மேல் உராய்வதால் மகரந்தச் சேர்க்கை உண்டாகிறது.

தன்-மகரந்தச் சேர்க்கையும், அயல்-மகரந்தச் சேர்க்கையும்

தன்-மகரந்தச் சேர்க்கையை விட அயல்-மகரந்தச் சேர்க்கைதான் அதிகமாக நடைபெறுகிறது. மேலும் அயல்-மகரந்தச் சேர்க்கையினால் உண்டாகும் விதைகள் தன்-மகரந்தச் சேர்க்கையினால் உண்டாகும் விதைகளை விடச் சிறந்தவைகளாக இருக்கின்றன. சார்லஸ் டார்வின் (Charles Darwin) என்னும் விஞ்ஞானி அனேக சோதனைகளைச் செய்து இதை நிரூபித்தார்.

பின்வரும் காரணங்களினால் அயல்-மகரந்தச் சேர்க்கைதான் அதிகமாக நடைபெறுகிறது. (1) சில தாவரங்களில் மகரந்தமட்டுமுடைய பூக்களும் சூலகமுள்ள பூக்களும் வேறாக உள்ளன. உதாரணம் :—பூசணி, புடல், பப்பாளி, பனை, தென்னை, நாணல். (2) சாதாரணமாகப் பூக்களில் மகரந்தமும், சூல்முடியும் ஒரே சமயத்தில் பக்குவமடைவதில்லை; மகரந்தம் பக்குவமடைந்து தன்-மகரந்தச் சேர்க்கை யுண்டானாலும், சூல்முடி பக்குவமடையாததால் கருவுறுதல் ஏற்படுவதில்லை. வாழையில் சூல்முடி முதலிலும், மகரந்தம் பிறகும் பக்குவமடைகின்றன. (3) தன்-மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்பட்டதும் அயல்-மகரந்தச் சேர்க்

கையும் ஏற்பட்டால் பின்னுள்ளதினுல்தான் கருவுறுதல் உண்டாகிறது. (4) சில தாவரங்களில் தன்-மகரந்தச் சேர்க்கையினுல் பலன் ஏற்படுவதில்லை.

கலப்பினம் (hybrid)

வெவ்வேறு நிறமுள்ள, ஆனுல் ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த புஷ்பங்களுக்குள் (கனகாம்பரம்) மகரந்தச் சேர்க்கை உண்டாகலாம். அதனுல் உண்டாகும் விதைகள் **கலப்பினங்கள்** எனப்படும். இவ் விதைகளிலிருந்து உண்டாகும் புஷ்பங்கள் பல வர்ணங்களை உடையனவாக இருக்கும்.

அத்தியாயம் 6

விதைகள் பரவுதல்

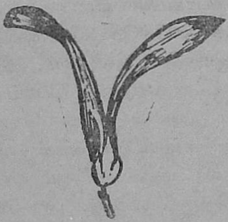
இன விருத்திக்காகவே தாவரங்கள் விதைகளை உண்டாக்குகின்றன. இவ்விதைகள் தாய்ச்செடியினருகிலேயே விழுந்தால் அவற்றிற்குப் போதுமான வெளிச்சம், காற்று, ஆகாரம் கிடைக்காமல் விதைகள் நசித்துப் போய்விடும். சில விதைகள் முளைத்தாலும் அவை நல்ல செடியாக விருத்தியாகா. ஆகவே, தாவரங்களின் இனங்கள் அற்றுப் போகாமலிருக்க விதைகள் நாலா பக்கங்களிலும் பரவுதல் அவசியம். விதைகள் பரவுவதற்குக் காற்று, பிராணிகள், தண்ணீர் முதலியன உதவுகின்றன.

காற்று :—எருக்கு, இலவன், பருத்திச் செடி போன்ற தாவரங்களில் காய்கள் முற்றி, சூரிய உஷ்ணத்தினுல் காய்ந்து காற்றினுல் திறக்கப்படுகின்றன. பருத்தி விதைகளைச் சுற்றி மிக இலேசான பஞ்சு இருப்பதால், அவை காற்றினுல் நாலாபக்கமும் சிதறியடிக்கப்படுகின்றன. எருக்குக்காய் வெடித்து, அதன் இலேசான விதைகள் காற்றினுல்

படம் 83.
பருத்திக் கனி
வெடித்தல்.

பரவுகின்றன. கொங்கு என்னும் காய்க்கு இரண்டு இறக்கைகள் போன்ற புல்லிகள் இருப்பதால், அது சுலபமாகக் காற்றினல் அடிக்கப்பட்டு வெகு தூரத்திற்கப்பால் விழுகின்றது. வெண்டைக்காய் என்னும் கனி காய்ந்ததும், காற்றடிக்கும்போது உறை திறந்து கொண்டு விதைகள் நாலா பக்கமும் சிதறும். மரமல்லிகையின் விதைகள் இறக்கையையுடையன.

படம் 84.
பஞ்சுள்ள
பருத்தி
விதை.



படம் 85.
கொங்குக் கனி.

படம் 86. வெண்டைக் கனி.

பறவைகள் :—வேம்பு, ஆல், அரசு இவற்றின் பழங்களைப் பறவைகள் தின்று, விதைகளை எச்சத்துடன் வெளிப்படுத்தும்.

மிருகங்கள், பிராணிகள் :—மாம்பழம் போன்ற பழங்களை நாம் உண்ட பிறகு கொட்டைகளை (அதாவது

விதைகளை) எறிந்து விடுகிறோம். அவை மண்ணிற் புதையுண்டு முளைக்க ஆரம்பிக்கும். அத்திப்பழம், வேப்பம் பழம், ஆலம் பழம் போன்ற பழங்களைப் பறவைகள் நெடுந்தூரம் எடுத்துச்சென்று தின்ற பிறகு எச்சமிடும் போது விதைகள் வெளிவந்து பூமியில் விழுந்து முளைக்கின்றன.

படம் 87.
கொக்கிகள் உள்ள விதைகள்.

ஊவா முள்ளு, நாயுருவி, நெருஞ்சி போன்ற சில விதைகளில் கொக்கிபோன்ற பாகங்களோ அல்லது முட்களோ இருக்கும். இவை பிராணிகளின் தேகத்தின் மேல் ஒட்டிக்கொள்ளும். அப் பிராணிகள் கொஞ்ச தூரம் சென்ற பிறகு தேகத்தைச் சுவரின் மேல் தேய்த்து அவ்விதைகளை அகற்றிவிடும். விதைகள் பூமியில் விழுந்து முளைக்கும். பறவைகளின் கால்களிலிருந்து எடுத்த மண்ணிலிருக்கும் விதைகளை டார்வின் என்ற விஞ்ஞானி எடுத்துச் செடிகளை முளைக்கச் செய்தார்.

தண்ணீர் :—தாமரைக் கனி தண்ணீரடியில் உளது. அது திறந்ததும் விதைகள் காற்றினால் சூழப்பட்டு இலேசாகி விடுவதால் தண்ணீரில் மிதந்துகொண்டு வேறிடத்திற்குச் செல்லும்போது காற்றுக் குமிழிகள் உடையும். அப்போது விதைகள் அடியிற் சென்று முளைக்க ஆரம்பிக்கும்.

ஆறு ஓடும்போதும், வெள்ளம் ஏற்படும்போதும் விதைகள் (உதாரணமாகத் தேங்காய்) பல இடங்களுக்குச் சென்று கரையில் ஒதுக்கப்பட்டு முளைக்க ஆரம்பிக்கும். பின்னக்காய் இதற்கு உதாரணமாகும்.

வெடித்துப் பரவுதல் :—டபாஸ் கனி ஈரம் பட்டதும் வெடித்து விதைகள் சிதறும். காசித்தும்பைக் கனி தொட்டாலும் அல்லது காற்றடித்தாலும் வெடிக்கும். வெண்டை, வெள்ளரிக்காய் சூரிய வெப்பத்தினுல் வெடித்துச் சிதறும். ஆமணக்கு விதை வெடித்துப் பரவுகிறது.

அத்தியாயம் 7

விதையில்லாப் பெருக்கம்

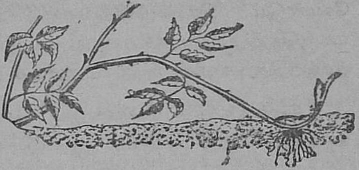
(Vegetative reproduction)

விதையினுல் தாவரங்கள் எப்படி இன விருத்தி செய்கின்றன என்று தெரிந்து கொண்டோம்.

விதையில்லாமலும் தாவரப் பெருக்கத்தை உண்டாக்கலாம்.

ரோஜாச் செடியின் கிளையை வெட்டி, வெட்டின முனையை ஈரமண்ணில் நட்டால், தண்டிலிருந்து வேர்கள் உண்டாகிப் புதிய செடி உண்டாகும். சூரிய வெப்பத்தினுல் பட்டுப்போகாமலிருக்கக் கொஞ்ச காலம் அவைகளை நிழலில் வளர்ப்பார்கள். இம்முறைக்கு வெட்டி நடுதல் (அல்லது போத்து நடுதல்) எனப் பெயர். கரும்பு, சர்க்கரைவள்ளி முதலிய கொடிவகைகளையும், பூவரசு, அத்தி, ஆல், முருங்கை முதலியவைகளையும் இம்முறையில் வளர்க்கலாம். வெற்றிலைக்கு விதையில்லாததால், அதன் கொடியை நட்டே அதைப் பயிராக்குகிறுர்கள்; கரும்பும் வெட்டி நடுதல் முறையில் பயிரிடப்படுகிறது. அதைக் கணுக்கள் உள்ள துண்டுகளாக வெட்டி நடவேண்டும்.

படம் 88.
வெட்டி நடுதல்.



படம் 89.
பதியம் போடுதல்.

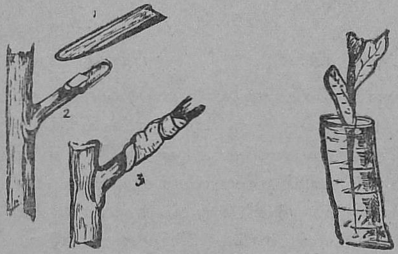
ரோஜாச் செடியின் கிளையை ஒடிக்காமல் வளைத்து, வளைந்த பாகத்தை ஒரு பூந்தொட்டியிலோ, பூமியிலோ நட்டு, கிளை எழும்பாமலிருக்க அதன் மேல் மண்ணை வைத்தால் சில நாட்களில் தண்டிலிருந்து வேர் உண்டாகிப் புதிய செடி முளைக்கும். இப்போது பொதுவாகவுள்ள கிளையை நடுவே வெட்டிவிடலாம். இம்முறை பதியம் போடுதல் (layering) எனப்படும். செம்பருத்தி, அரளி, மல்லிகை இவைகளும் இம்முறையில் விருத்தியாக்கப்படுகின்றன.

ஒட்டுதல் (grafting) என்னும் முறையாலும் இனவிருத்தி செய்யலாம்.

எந்தச் செடியை இனவிருத்தி செய்யவேண்டுமோ அதன் இளந்தண்டைச் சாய்வாக வெட்டவேண்டும். இதற்கு ஒட்டு (scion) என்று பெயர். அதே இனத்தைச் சேர்ந்த மற்றொரு செடியின் கிளையை இளந்தண்டின் வெட்டு முனையுடன் பொருந்தும்படியாக வெட்டவேண்டும். இதை அடிமரம் அல்லது தறி (stock) என்று கூறுவார்கள். இரண்டு முனைகளையும் பொருத்தி அவை விழாமலிருக்க வெளிப்பட்டையைச் சுற்றி மெழுகை ஒட்ட வைக்கவேண்டும். மேலும், மெழுகானது ஆவியாதலைத் தடுக்கும். சில காலத்திற்குப் பிறகு இரண்டும் ஒன்ருகச் சேர்ந்துவிடும்.

சிலவகை திராட்சைகளில் விதை இராது. இவற்றை இனவிருத்தி செய்ய ஒட்டுதல் முறையைத்தான் அனுசரிக்க வேண்டும். இரண்டுவித மாஞ்செடிகளைக் கொண்டு ஒட்டு-மாஞ்செடி உண்டாக்கலாம். ஒட்டு மாஞ்செடியின் பழங்கள் தாய்ச்செடிகளின் பழங்களைவிடச் சிறந்தனவாக இருக்கும்.

கிழங்குகளைக் கொண்டும் செடிகளைப் பயிராக்கலாம். உருளைக் கிழங்கைப் பல துண்டுகளாக வெட்டவேண்டும்.



படம் 90. ஒட்டுதல் முறை.

1. இளந்தண்டு. 2. மற்றொரு செடியின் கிளை.
3. இரண்டும் பொருந்தியிருத்தல்.

ஒவ்வொரு துண்டிலும் 'கண்' இருக்கவேண்டும். துண்டு-களைப் பூமியில் நட்டால் அவை முளைக்கின்றன. ஏனென்-ருல், ஒவ்வொரு கண்ணிலும் குருத்து (bud) இருக்கிறது; துண்டில் முளைத்தலுக்கு வேண்டிய ஆகாரம் இருக்கிறது. கருணைக்கிழங்கு, சேனை, மஞ்சள், இஞ்சி முதலியவற்றை இம்முறையில் பயிராக்கலாம்.

பூண்டினுலும் (bulb) இன விருத்தி செய்யலாம். உதார-ணமாக, வெங்காயத்தை இவ்வகையில் பயிராக்கலாம். பூண்டை நட்டால் செடி உண்டாகும்.

அத்தியாயம் 8

விதையில்லாத் தாவரங்கள்

பெரணி (fern) :—இது ஒரு விதையில்லாத் தாவரமாகும். பூமிக்குமேல் இலைகள் (fronds) இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு இலையிலும் பல சிறு இலைகள் இருக்கின்றன. இவ்வகை இலை 'கூட்டிலை' (compound leaf) எனப்படும். பூமிக்குள் தண்டானது கிடைக்கோடாக (horizontal) உளது. இதற்கு 'மட்டத் தண்டுக் கிழங்கு' (rhizome) என்று பெயர். இதில் ஆகாரம் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இக் கிழங்கிலிருந்து வேர்கள் செல்லுகின்றன.

படம் 91. பெரணி

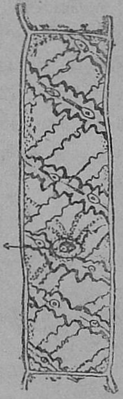
சில சிறு இலைகளின் அடிப்புறத்தில் பழுப்பு நிறமுள்ள புள்ளிகள் காணப்படும். ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் கண்ணுக்குப் புலப்படாத பல 'ஸ்போர்' (spore) உறைகள் இருக்கும். இவை பக்குவமானதும் வெடித்துப் பல பொடிகளைச் சிதறியடிக்கும். ஒவ்வொரு ஸ்போரிலிருந்தும் இதய வடிவமுள்ள இலைகளைப் போன்ற தாவரம் உண்டாகும். இது இளந்தாழை அல்லது புரோதாலஸ் எனப்படும். இப்பருவத்தில் இதன் அடிப்பாகத்திலிருந்து ஆண் சந்ததி அணுக்களையுடைய ஆந்திரீடியா என்னும் பாகங்களும், பெண் சந்ததி அணுக்களை யுடைய ஆர்க்கிகோனியா என்னும் பாகங்களும் உண்டாகும். சந்ததி அணுக்கள்

பக்குவமடைந்ததும் சேருவதால் புதுப் பெரணிச் செடி உண்டாகிறது.

பாசி (moss):—இதுவும் பூக்கள் அற்ற தாவரமாகும். ஈரமும் நிழலும் உள்ள இடத்தில் இது விருத்தியாகும்.

படம் 92. பாசி.
1. இலைப்பாகம்.
2. தண்டு.
3. கோப்பை.

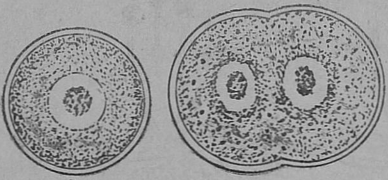
பாசியைக் கூர்ந்து கவனித்தால், அடியிலுள்ள இலைப்பாகத்திலிருந்து மிக மெல்லிய தண்டு நீட்டிக் கொண்டிருப்பதைக் காணலாம். தண்டின் முனையில் கோப்பை போன்ற உறுப்பு உளது. கோப்பையினுள் தூசு போன்ற இம்மிகள் (particles) இருக்கின்றன. இவை 'ஸ்போர்கள்' ஆகும். இவை வெடித்து நிலத்தில் சிதறுண்டு சில மாறுதல்களுக்குப் பிறகு பாசியாக வளரும்.



படம் 93.

ஆல்காக்கள் (algae):—குளங்களின் அடியில் இவற்றைக் காணலாம். மெதுவான ஓட்டமுடைய தண்ணீரிலும் இவை இருப்பதுண்டு. இவற்றில் பலவகையுண்டு. இவற்றில் ஒரு வகையை உற்றுக் கவனித்தால் பின்னிக் கொண்டிருக்கும் நூலிழைகள்போல் இவை காணப்படும். கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பின் மூலமாகப் பார்த்தால், ஒவ்வொரு இழையும் அனேக ஸெல்களால் ஆனது என்று தெரியவரும். இவ் வகை 'spirogyra' எனப்படும். 93-ஆம் படத்தில் இவ்வகையின் ஸெல்லின் படம் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. குளங்களில் சூரிய ஒளி விழுந்து கொண்டிருக்கும்போது நுரைத்தல் காணப்படும். இவ் வகை ஆல்காவின் ஒளிச்

சேர்க்கையின்போது வெளிப்படும் பிராணவாயுவினுல் இந்நுரைத்தல் உண்டாகின்றது. ஸ்பைரோகைராவின் நூலிழைகள் சில சமயங்களில் அறுந்துபோகலாம். அப்படி உண்டாகும் துண்டுகள் புதுச் செடிகளாக வளரும். இது ஒரு வகை இனப்பெருக்கம். கருவுறுதல் முறையிலும் இனப்பெருக்கம் ஏற்படும்.



1 2

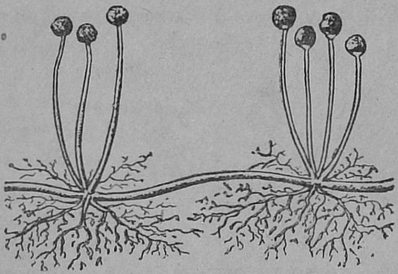
படம் 94.

மரப்பட்டையின் மேல் படர்ந்திருக்கும் பசுமை நிறத் தாவரப் படலம் மற்ருெரு வகை ஆல்காவாகும். கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பின் மூலமாகப் பார்த்தால் இதில் வட்ட வடிவமுள்ள மிகச்சிறிய ஸெல்கள் இருப்பது தெரியும் (படம் 94). இவ் வகை ஆல்கா அனேக ஒரு-ஸெல்லுள்ள தாவரங்களின் தொகுதி ஆகும்.

காளான் (fungus):—சில உரொட்டித் துண்டுகளைத் தண்ணீரில் நனைத்து ஒரு பாத்திரத்தில் வைத்து மணிச் சாடியால் மூடி இருட்டில் வைத்தால், சில நாட்களில் துண்டுகளின்மேல் சாம்பல் பூத்ததுபோல் தென்படும்.

இவ் வளர்ச்சியானது காளான்களின் ஒருவகையான பூஞ்சக்காளானுல் (mould) ஏற்படுகின்றது. இது உரொட்டியை உண்ணுவதற்கு உபயோகமில்லாமல் செய்கிறது. ஒரு லென்சினுல் இதைப் பரிசோதித்தால், இது பின்னிக் கொண்டிருக்கும் நூலிழைகளினுல் ஆனது என்று தெரியவரும்.

சில நூலிழைகளின் முனைகளில் உருண்டையானதும் வெண்மையானதுமான ஸ்போர் உறைகளிருக்கின்றன.



படம் 95. உரொட்டிப் பூச்சுக்காளான்.

இவற்றில் ஸெல்கள் அதாவது ஸ்போர்கள் உள்ளன. ஸ்போர்கள் பக்குவமானதும், உறைகள் பழுப்பு அல்லது கருமை நிறமாக இருக்கும். உறைகள் வெடித்து ஸெல்கள் சிதறும். ஸெல்கள் உரொட்டிபோன்ற உணவுப் பண்டங்களின் மேல் விழுந்தால், அவை முளைத்துப் பூஞ்சக் காளான் வளரும். அதாவது பூஞ்சக் காளானிலிருந்து ஸ்போர்களும், ஸ்போர்களிலிருந்து பூஞ்சக் காளானும் உண்டாகும். பூஞ்சக் காளான்களில் பச்சையம் இல்லாததால் அவை தாமே ஸ்டார்ச்சைத் தயாரிக்க முடியாது.

படம் 95. (a).
நாய்க்குடை.

நாய்க்குடைகளும் காளான் வகையைச் சேர்ந்தவையே. குடைபோன்ற பாகத்தில்தான் ஸ்போர்கள் உண்டாகின்றன. மழைக்குப்பின் ஈரமான இடங்களில் இவை ஏராளமாக உண்டாகும். வைத்தியத்தில் மிகவும் அதிகமாகப் பயன்படும் பெனிசிலின் என்பது பெனிசீலியம் என்ற ஒருவகைக் காளானிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது.

அத்தியாயம் 9

டார்வினின் பரிணமக் கொள்கை

(Darwin's Theory of Evolution)

பத்தொன்பதாவது நூற்றுண்டில் வசித்த டார்வின் என்னும் விஞ்ஞானி, உலகத்தில் உயிருள்ள பொருள்கள் எப்படி விருத்தியடைந்து வருகின்றன என்பதற்கு ஒரு கொள்கையை வெளியிட்டார்.

உலகத்தில் அதிக ஆச்சரியத்தை உண்டுபண்ணக் கூடிய பலவகையான சீவராசிகள் இருக்கின்றன. அவற்றுள் சில நீரிலும், சில நிலத்திலும் வசிக்கின்றன. சில காற்றிலேயே வசிக்கின்றன. இவை எப்போது எப்படி உண்டாகி வளர்ந்து விருத்தியடைந்தன என்ற கேள்விக்கு விஞ்ஞானிகள் விடை தேடியவண்ணமே இருக்கிறுர்கள்.

கற்பாறையைக் கூர்ந்து கவனித்தால், அதில் எக்காலத்திலோ வசித்த பிராணிகள், தாவரங்கள் இவற்றின் அடையாளங்களைப் பார்க்கலாம். குதிரை ஒரு காலத்தில் ஒரு பெரிய நாயின் அளவே இருந்ததென்றும், பெரணிகள் (ferns) மரங்களைப்போல் பெரிதாக இருந்தன என்றும் விஞ்ஞானிகள் கூறுகிறுர்கள். முன்னே இருந்த பிராணிகளில் சில இப்போது இல்லை. வட அமெரிக்காவில் முன்னே வசித்த எருமைகளும், காட்டுப் புருக்களும் இப்போது இல்லை. மனிதன் தன்னுடைய அறிவினுல், உயிருள்ள பொருள்களை விருத்தியடையச் செய்ய வேண்டிய வழிகளைக் கண்டுபிடித்திருக்கிறுன். தாவரங்கள், பிராணிகள் இவற்றின் இனங்களைச் சில முறைகளினுல் விருத்தி செய்யும் வழிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

பாஸ்டியூர் (Pasteur) என்பவர், 'உயிருள்ள பொருள்கள் உயிருள்ள பொருள்களிலிருந்தே உற்பத்தியாக-

வேண்டும்,' என்று ஸ்தாபித்தார். அவருக்கு முன் விஞ்ஞானிகளில் சிலர், கீழ் இனத்தைச் சேர்ந்த உயிருள்ள பொருள்கள் ஆகாரத்திலிருந்து உற்பத்தியாகின்றன என்று நினைத்தார்கள். பாஸ்டியூர் என்பவர் காற்றில் கண்ணுக்குத் தெரியாத அங்கஜீவிகள் (organisms) இருக்கின்றன என்றும், அவை ஆகாரத்தில் எளிதில் விருத்தியாகின்றன என்றும் நிரூபித்தார்.

உயிரைக் காப்பாற்றிக்கொள்ள மனிதரைப் போலவே மற்றப் பிராணிகளும் தாவரங்களும் முயற்சி செய்கின்றன. உயிருள்ளவற்றில் பல, பல காரணங்களினால் நசித்து விடுகின்றன. வாழ்க்கைப் போட்டியில் சில எப்படியோ சாகாமல் தப்பித்துக் கொள்ளுகின்றன. எத்தனை குழந்தைகள் சிறு வயதிலேயே இறக்கின்றன! பாதுகாப்பும், ஆகாரமும் போதுமான அளவில் இல்லாததாலும், வியாதியினாலும் அக்குழந்தைகள் இறக்கின்றன என்று கூறலாம். பலமுடைய சிலரே உயிர் வாழ்கின்றனர்.

டார்வின் என்னும் பேரறிஞர் மேற் சொன்ன விஷயங்களை எல்லாம் பல வருடம் நன்கு ஆராய்ந்து தம் கொள்கையை விளக்கிக் கூறினார். "நான் பல விஷயங்களைப் பல வருடமாகக் கண்டறிந்ததில், 'உயிருள்ள எல்லாம் தங்களைக் காப்பாற்றிக்கொள்ள முயற்சி செய்தாலும், உலகத்துக்கு உபயோகமுள்ள சீவராசிகள் பிழைத்தும் உபயோகமற்றவை நசித்தும் விடுகின்றன. காப்பாற்றிக்கொள்ள நடக்கும் போராட்டத்தினால் வீரியமுள்ள புது இனங்கள் உண்டாகின்றன,' என்பதினால் ஒரு சீவராசி, மற்றொன்றிலிருந்து முற்றிலும் வேறானது என்று சொல்ல முடியாது. சீவராசிகள் படிப்படியாக ஒன்றுக்கொன்று சம்பந்தமுடையனவே."

மனிதன் தன் அறிவினால் மற்றப் பிராணிகளைவிடச் சிறந்தவனாகிறான். சுற்றுப்புற நிலைக்குத் தக்கபடி அவன்

நடந்துகொள்ளுகிருன். மேலும் அறிவைக் கொண்டு அசௌகரியங்களை வெல்லுகிருன். மிக்க குளிரிலும் தன் அறையை உஷ்ணமாக அமைத்துக் கொள்ளவும், மிக்க வெப்பத்திலும் குளிர்ச்சியான சூழ்நிலையில் இருக்கும்படி-யாகவும் வழிகளைக் கண்டுபிடித்திருக்கிருன். அணுகுண்டி-ஞலும், ஹைட்டிரிஜன் குண்டிஞலும் பரந்த உலகத்தையே அழிக்கும் வல்லமை அவனுக்கு ஏற்பட்டிருக்கிறது. இன்-னும் என்ன ஆச்சரியமான காரியங்களைச் சாதிக்கப் போகிருனே, யாரே அறிவர்!

கேள்விகள் :

1. தாவரங்கள் எப்படி நமக்கு இன்றியமையாதவை?
2. தாவரங்கள் உயிருள்ள பொருள்கள் என்பதற்கு நான்கு காரணங்கள் கூறு.
3. ஸெல் என்பது யாது? படம் வரைந்து, பாகங்களைக் குறிப்பிடுக.
4. தன்மயமாதல் என்ருல் என்ன?
5. தாவரம் எப்படி வளர்ச்சியடைகின்றது?
6. அங்கஜீவிகளின் இருவகைகளைக் கூறு.
7. அரும்புதல் என்ருல் என்ன?
8. இலையின் வேலைகளைக் கூறு.
9. இலையின் அமைப்பை விவரி.
10. இலைத்துளைகள் என்பவை யாவை? அவை எங்கே யுள்ளன? அவன்றின் வேலை யாது?
11. ஒளிச்சேர்க்கை என்ருல் என்ன? அதற்கு வேண்டிய நிபந்தனைகள் யாவை?
12. ஸ்டார்ச்சுக்குச் சோதனை யாது?
13. ஒரு இலையில் ஸ்டார்ச்சு இருக்கின்றதா என்று எப்படிச் சோதிப்பாய்?
14. ஒளிச்சேர்க்கைக்குக் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு அவசியம் என்பதற்குச் சோதனை கூறு.
15. ஒளிச் சேர்க்கையின்போது என்ன வாயு வெளிப்படு-கின்றது? அதற்கு ஒரு சோதனை கூறு. படம் வரை.

16. சூரிய வெளிச்சத்திலிருந்த ஒரு இலையை மறுநாள் காலை பரிசோதித்துப் பார்த்தால், அதில் ஸ்டார்ச்சு இருப்பதில்லை. ஏன்?
17. வேர்கள் உறிஞ்சும் ஆகாரமும், இலைகள் தயாரிக்கும் ஆகாரமும் எப்படித் தாவரத்தின் எல்லாப் பாகங்களுக்கும் செல்லுகின்றன?
18. புரோடீனில் இருக்கும் முக்கியமான மூலகம் எது?
19. தாவரங்கள் உணவை எந்தெந்தப் பாகங்களில் சேகரித்து வைக்கின்றன? உதாரணங்கள் கூறு.
20. கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, ஆக்ஸிஜன் வட்டம் என்றால் என்ன?
21. காற்றில் ஆக்ஸிஜன் அளவு ஏன் மாறுமலிருக்கின்றது?
22. ஒளிச்சேர்க்கையையும், சுவாசித்தலையும் ஒப்பிடு.
23. அவரை விதையின் படம் வரைந்து பாகங்களைக் குறிப்பிடு. ஒவ்வொரு பாகத்தின் உபயோகத்தையும் கூறு.
24. முளை சூழ்த்தசை என்றால் என்ன? உதாரணங் கூறு.
25. அவரை விதை முளைத்தலை விவரி.
26. அவரை விதையின் விதை இலைகளைப் பூமிக்கு மேலாக வந்ததும் எடுத்துவிட்டால், விதை முளைத்தல் எப்படிப் பாதிக்கப்படும்? ஏன்?
27. விதைமுளைத்தலுக்கு அவசியமான நிபந்தனைகள் யாவை?
28. விதை முளைத்தல் ஆரம்பிப்பதற்கு ஒளி அவசியமா? உன் விடையை விளக்கிக் கூறு.
29. புஷ்பத்தின் வேலை யாது?
30. ஒரு புஷ்பத்தின் படம் வரைந்து, பாகங்களைக் குறிப்பிடு. ஒவ்வொரு பாகத்தின் உபயோகத்தைக் கூறு.
31. மகரந்தமட்டுமுடைய புஷ்பங்களுக்கும், சூலகமுள்ள புஷ்பங்களுக்கும் உதாரணங்கள் கூறு.
32. மகரந்தச் சேர்க்கை என்றால் என்ன?
33. கருவுருதல் என்பதை விளக்கு.
34. கருவுறுதல் உண்டானதும் புஷ்பத்தில் என்ன மாறுதல்கள் ஏற்படும்?
35. மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு எவை உதவி புரிகின்றன?

36. பூச்சிகளும் தாவரங்களும் எப்படி ஒன்றுக்கொன்று ஒத்தாசை செய்து கொள்ளுகின்றன?
37. தன் - மகரந்தச் சேர்க்கையைவிட அயல் - மகரந்தச் சேர்க்கை ஏன் அதிகமாக நடைபெறுகிறது?
38. கலப்பினம் என்றால் என்ன?
39. விதைகள் பரவவேண்டிய அவசியத்தை விவரி.
40. விதைகள் பரவும் வகைகளை உதாரணங்களுடன் விளக்கு.
41. பருத்தி, வெண்டை, மா, ஊவாமுள்ளு, தாமரை—இவற்றின் விதைகள் எப்படிப் பரவுகின்றன?
42. விதையில்லாமல் தாவரங்களைப் பெருக்கச் செய்யும் வகைகளை விளக்கு.
43. விதையில்லாத் தாவரங்களுக்கு உதாரணங்கள் கொடு.
44. பெரணி, பாசி—இவை எப்படிப் பரவுகின்றன?
45. காளான் என்பது யாது?
46. டார்வின் என்பவரின் பரிணாமக் கொள்கையை விளக்கு.
47. மற்றப் பிராணிகளைவிட மனிதன் சிறந்தவன் என்று நாம் ஏன் கூறுகிறோம்?

நான்காம் பாகம்

பௌதிக நூல்

முன்னுரை

நான்காம் படிவத்தில் நீங்கள் படித்த விஷயங்களை ஞாபகப் படுத்திக் கொள்ளுங்கள்:

அளவுக் கலங்களைக்கொண்டு திட, திரவப்பொருள்களின் பருமனைக் காணல்; தராசின் தத்துவம்; அதைக் கொண்டு பொருள்களின் எடைகளைக் கண்டுபிடித்தல்; திட, திரவப்பொருள்களின் அடர்த்தி, ஒப்பு அடர்த்தியை அறிதல்; காற்றின் அழுத்தத்தைப் பாரமானியைக் கொண்டு அறிதல்; பாயில்-விதி; பம்ப்புகள்—இவை சம்பந்தமான பாடங்களைத் திருப்புங்கள்.

அத்தியாயம் 1

கால அளவு

முன் காலத்தில் காலத்தை அளப்பதற்குப் பல முறைகளைக் கையாண்டனர். மணற் கடிகாரம், நீர்க் கடிகாரம், நிழற்கடிகை (sun-dial) முதலியன உபயோகப்படுத்தப்பட்டன. பின்னவை இரண்டு நியூடன் (Newton) என்னும்விஞ்ஞானியால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

பிறகு, பூமி தன்னைத்தானே சுற்றுவதால் உண்டாகும் பகல், இரவு இவற்றைக்கொண்டு கால அளவைக் குறிக்கலாம் என்று கண்டு கொள்ளப்பட்டது. சூரியன் உச்சி நிலைகளைத் தொடர்ந்தாற்போல் இருமுறை அடையும் இடைக்காலத்திற்கு, சூரிய நாள் (solar day) என்று பெயர்.

ஆனல் வருட முழுவதும் இது ஒரே அளவாக இருப்பதில்லை. ஆகவே, இக் காலங்களில் சராசரி கால அளவு 'ஒரு நாள்' என்று குறிக்கப்பட்டது. இதில் $\frac{1}{24}$ பாகம் ஒரு மணி ஆகும்; ஒரு மணியை 60 நிமிடங்களாகவும், ஒரு நிமிடத்தை 60 விநாடிகளாகவும் பிரித்திருக்கின்றனர்.

மணல், நீர், நிழல் ஆகியவற்றைக்கொண்டு காலம் அளக்கும் முறைகள் மிக அசௌகரியமானதும், திட்டமில்லாதவையுமான முறைகளாகும். ஆகவே, இக் காலங்களில் வில்லானது (spring) இறுகித் தளர்வதையும், ஊசலின் விதிகளையும் அடிப்படையாகக்கொண்டு கடிகாரங்கள் செய்யப்படுகின்றன.

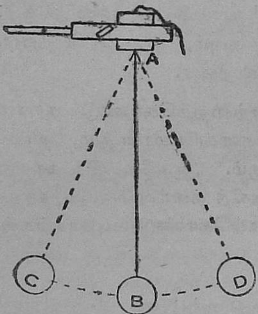
தனி ஊசல் (Simple Pendulum)

முறுக்கில்லாத (torsionless) மெல்லிய நூலிலிருந்து தொங்கவிடப்படும் சிறியதும் பளுவானதுமான குண்டையுடைய ஏற்பாடு தனி ஊசல் எனப்படும்.

நாம் ஆராய்ச்சிச்சாலையில் உபயோகிக்கும் தனி ஊசலின் குண்டு (bob) காரீயம், தாமிரம் அல்லது பித்தளையினல் செய்யப்பட்ட ஒரு சிறிய கோளமாகும். இக் கோளத்தில் ஒரு கொக்கி உளது. கொக்கிக்கு மெல்லிய நீண்ட நூல் கட்டப்பட்டு, நூல் ஒரு தக்கை வழியாகச் செலுத்தப்பட்டிருக்கும். வேண்டும்போது தக்கையை ஒரு தாங்கியின் இறுக்கியில் பொருத்தி, நூலைத் தாங்கியில் சுற்றிவிடலாம் (படம் 96).

எந்தப் புள்ளியிலிருந்து ஊசல் தொங்கவிடப் பட்டிருக்கிறதோ அப் புள்ளி தொங்கு தானம் (point of suspension) எனப்படும். நூல் தக்கையின் அடியைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும். புள்ளியைத் தொங்கு-தானமாகக் கொள்ளல் வேண்டும். ஊசல்-குண்டின் மையம் அலைவு மையம் (centre of oscillation) எனப்படும். தொங்கு-தானத்திற்-

கும் அலைவு மையத்திற்குமுள்ள தூரம் ஊசலின் நீளம் (length of the pendulum) எனப்படும். ஊசலை நடு நிலையிலிருந்து ஒரு புறமாக இழுத்து விட்டுவிட்டால், அது வலமிருந்து இடமாகவும், திரும்ப இடமிருந்து வலமாகவும் ஆடிக் கொண்டிருக்கும். ஊசலானது ஒரு திரும்பு-தானத்திலிருந்து (turning point) எதிர் திரும்பு-தானத்திற்குச் சென்று மறுபடியும் முதல் திரும்பு-தானம் அடையும் வரை ஏற்படும் அசைவானது அலைவு (oscillation) எனப்படும். அலைவில் பாதி அதிர்வு (vibration) எனப்படும். படம் 96-ஐப் பார்த்து மேற்கூறப் பட்ட இலக்கணங்களைத் தெரிந்துகொள். ஊசலின் ஒரு அலைவின் காலம் அலைவு நேரம் (period) எனப்படும்.

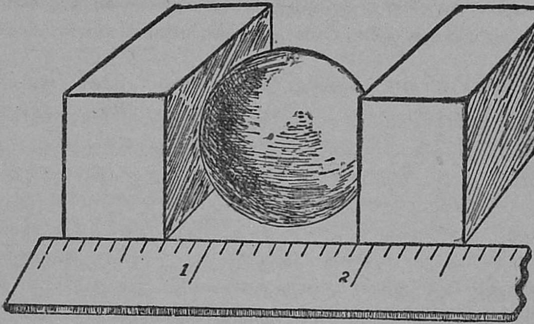


படம் 96.

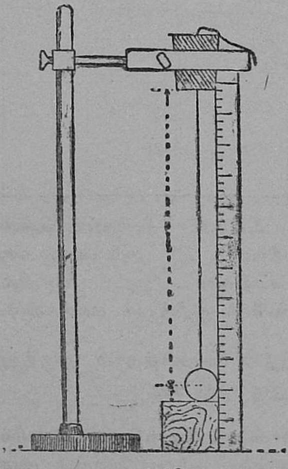
பரிசோதனை 1:—ஊசலின் நீளத்தை அளத்தல்

ஊசல்-குண்டை இரண்டு செவ்வகக் கன உருவக் கட்டைகளின் (rectangular solids) நடுவே வைத்து, கன உருவங்கள் குண்டைத் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும்படி பொருத்து. ஒரு அளவு கோலை எடுத்துக்கொண்டு, அது கன உருவங்கள் இரண்டையும் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும்படி மேஜ்ஜையின்மேல் வை. கன உருவங்களின் உள் விளிம்புகளின் நடுவே உள்ள தூரமே ஊசல் குண்டின் விட்டமாகும் (படம் 97-ஐப் பார்).

ஊசலைச் சோதனைக்குத் தயாராக ஒரு தாங்கியில் பொருத்து. குண்டுக்கு அடியில் ஒரு செவ்வகக் கன உருவக்கட்டையைக் குண்டு தொடும்படியாக வைத்து, ஒரு அளவுகோலைக் கொண்டு தொங்கு-தானத்திற்கும் கட்-



படம் 97.



படம் 98

டையின் மேற் பரப்பிற்கும் உள்ள தூரத்தை அள. இத் தூரத்திலிருந்து குண்டின் ஆரத்தைக் கழித்தால் ஊசலின் நீளம் கிடைக்கும் (படம் 98-ஐப் பார்).

பரிசோதனை 2 :— ஊசலின் நீளத்திற்கும், அலேவின் காலத்திற்குமுள்ள சம்பந்தத்தைக் காண.

ஊசலேச் சோதனைக்குத் தயாராகப் பொருத்தி, அதன் நீளத்தை அள. ஒரு அளவு கோலேத் தாங்கியில் கிடைக் கோடாகப் பொருத்தி, ஊசலின் நூலுக்கு நேராக உள்ள அளவீட்டைப் பிழையின்றிக் குறித்துக்கொள். குண்டை

ஒரு புறமாகச் சிறிது இழுத்துவிட்டுவிடு. குண்டு மேஜையின் விளிம்பிற்கு இணையாக ஆடவேண்டும்.

தயாராக ஒரு நிறுத்து கடிகாரத்தை (stop watch) வைத்துக்கொள். சில அலைவுகளுக்குப் பின் குண்டின் நூல் அளவு கோலில் குறித்துக்கொண்ட அளவீட்டிலிருந்து ஏதாவது ஒரு திசையில் (வலது திசை என்று வைத்துக் கொள்வோம்) செல்ல ஆரம்பித்ததும் கடிகாரத்தை ஓடச் செய்து, அலைவுகளைக் கணக்கிடத் தொடங்கு. மறுபடியும் குண்டின் நூல் குறித்த அளவீட்டை அதே திசையில் கடந்ததும் ஒரு அலைவு என்று கணக்கிடு. இதைப்போல் 30 அலைவுகள் ஆனதும் கடிகாரத்தை நிறுத்திக் காலத்தைக் குறித்துக்கொள்.

சோதனை	நீளம் l செ. மீ.	30 அலைவு-களின் காலம்	அலைவு நேரம் t செகெண்டு	t^2	$\frac{l}{t^2}$
1					
2					
...					

நீளத்தை 10 செ. மீ.-ஆக அதிகப்படுத்திக் கொண்டே ஒவ்வொரு நீளத்திற்கும் 30 அலைவுகளுக்கு ஆகும் காலத்தைக் காண். மேற்கண்ட அட்டவணையில் உள்ளபடி சோதனையின் எண்களைக் குறித்துக் கணக்கிடு.

நீளத்தை அலைவு நேரத்தின் வர்க்கத்தால் வகுத்து வரும் எண் மாறுத எண்ணுகை இருக்கின்றது.

ஆகவே, ஊசலின் நீளமும் அலைவு நேரத்தின் வர்க்கமும் நேர் விகிதத்திலிருக்கும். அதாவது, அலைவு நேரமும் ஊசலின் நீளத்தின் வர்க்கமூலமும் நேர் விகிதத்திலிருக்கும். இதுவே ஊசலின் விதி எனப்படும்.

விநாடி ஊசல் :—அலைவு நேரம் 2 விநாடியாக உள்ள ஊசல், விநாடி ஊசல் எனப்படும்.

ஊசல் சூத்திரம்

ஊசலின் நீளம் l_1 செ. மீ. ஆக இருக்கும்போது அதன் நேரம் t_1 செகண்டு என்று வைத்துக்கொள்வோம். அதன் நீளம் l_2 ஆக மாறும்போது அதன் நேரம் t_2 ஆக மாறுகிறது என்போம். ஊசலின் விதிப்பிரகாரம், $\frac{l_1}{t_1^2}=\frac{l_2}{t_2^2}$. இதுவே ஊசல் சூத்திரமாகும்.

கணக்கு 1 : 80 செ. மீ. நீளமுள்ள ஊசலின் நேரம் 1·8 விநாடி. ஆனால், விநாடி ஊசலின் நீளமென்ன ?

$l_1=80,\ t_1=1{\cdot}8,\ t_2=2$ ஆனால், l_2 காணவேண்டும்.

$\frac{l_1}{t_1^2}=\frac{l_2}{t_2^2}$; அதாவது, $\frac{80}{(1{\cdot}8)^2}=\frac{l_2}{4}$; அதாவது, $\frac{80}{3{\cdot}24}=\frac{l_2}{4}$

$\therefore \quad l_2=\frac{80\times 4}{3{\cdot}24}=98{\cdot}8.$

விடை $=98{\cdot}8$ செ. மீ.

கணக்கு 2 : விநாடி ஊசலின் நீளம் 100 செ. மீ. ஆனால், நிமிடத்திற்கு 24 அலைவுகள் உள்ள ஊசலின் நீளம் என்ன?

$l_1=100,\ t_1=2;\ t_2=\frac{60}{24}=2{\cdot}5.$

$\frac{l_1}{t_1^2}=\frac{l_2}{t_2^2}$; அதாவது $\frac{100}{4}=\frac{l_2}{2{\cdot}5^2}$; அதாவது, $\frac{25}{1}=\frac{l_2}{6{\cdot}25}$

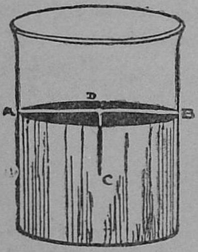
$l_2=25\times 6{\cdot}25=156{\cdot}25.$

விடை $=156{\cdot}25$ செ. மீ.

அத்தியாயம் 2

திரவத்தின் அழுத்தம்

நான்காம் படிவத்தில் காற்றுக்கு எல்லாத் திசைகளிலும் அழுத்தும் சக்தி உள்ளது என்று தெரிந்துகொண்டோம். இவ் வத்தியாயத்தில் திரவத்தின் அழுத்தும் சக்தியைப்பற்றி ஆராய்வோம். ஒரு பாத்திரத்தில் திரவம் இருக்கிறது என்று வைத்துக்கொள்வோம். திரவத்திற்கு எடையுள்ளதாதலால், திரவ மட்டத்திற்குக் கீழாக ஏதாவது ஓர் இடத்தில் உள்ள திரவமானது அதற்கு மேலே உள்ள திரவத்தால் அழுத்தப்படும் என்று புலனாகிறது.

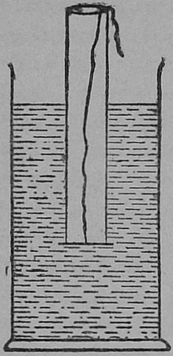


படம் 99

படம் 99-ஐப் பார். ஒரு பாத்திரத்தில் திரவமுள்ளது. AB என்பது திரவ மட்டம். AB-க்குக் கீழாக C என்ற புள்ளியைச் சுற்றி 1 ச. செ. மீ. பரப்பின்மீது CD என்னும் உயரமுள்ள திரவம் அழுத்திக் கொண்டிருக்கிறது. திரவத்தின் அடர்த்தி d கிராம் க. செ. மீ. எனவும், CD என்னும் உயரம் h செ. மீ. எனவும் வைத்துக் கொள்வோம். ஆகவே, C என்னும் புள்ளியில் அழுத்தம் h க. செ. மீ. திரவத்தின் எடையாகும்; அதாவது, hd கிராமாகும்.

பரிசோதனை 3:—ஒரு காலி முகவையைக் கையில் வைத்துக்கொள். அதில் ஒரு திரவத்தை ஊற்று. இப்போது கையின்மேல் அழுத்தம் அதிகரிக்கின்றதல்லவா? ஆகவே, திரவம் கையைக் கீழ்நோக்கி அழுத்துகிறது. மேலும் திரவத்தை வார். அழுத்தம் மேலும் அதிகமாகின்றது.

பரிசோதனை 4:—இரு பக்கமும் திறந்துள்ள ஒரு கண்ணாடிக் குழாயை எடுத்துக்கொண்டு, அதன் அடிவாயை



படம் 100.

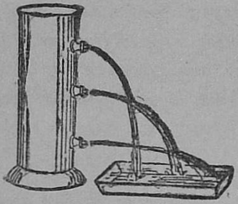
ஒரு பொருத்தமான தகட்டால் மூடு. தகட்டின் மத்தியில் ஒரு சிறிய ஊசித் துவாரம் செய்து ஒரு நீளமான நூலைக் கட்டு. துவாரத்தை மெழுகினால் நன்றாக அடைத்துவிடு.

100-ஆம் படத்தில் காட்டியபடி ஒரு சாடியில் தண்ணீர் எடுத்துக் கொண்டு, தகடு அடிவாயைக் கெட்டி-யாக மூடிக்கொண்டு இருக்கும்படியாக நூலைக் கெட்டியாகப் பிடித்துக்கொண்டு குழாயைச் சாடியினுள் தாழ்த்து. பிறகு நூலை விட்டு விடு. தகடு விழவில்லை. ஏனென்றால், திரவமானது தகட்டை மேல்நோக்கி அழுத்துகிறது.

சிகப்பு மை கலந்த தண்ணீரைக் குழாயினுள் சாக்கி-ரதையாக ஊற்று. குழாயிலுள்ள தண்ணீர் மட்டமும் சாடியிலுள்ள தண்ணீர் மட்டமும் ஒன்றானதும் தகடு கீழே விழுந்துவிடும். ஆகவே, இப்போது தகட்டின்மேல் தண்ணீரின் மேல்நோக்கு அழுத்தமும், கீழ்நோக்கு அழுத்தமும் சமம் என்று அறிகிறோம். தகட்டை ஒன்றும் தாங்காதபடியால், அதன் எடையினால் அது கீழே விழுகிறது.

ஒரு திரவத்தில் ஒரு புள்ளியில் திரவத்தின் மேல்நோக்கு அழுத்தமும், கீழ்நோக்கு அழுத்தமும் சமம்.

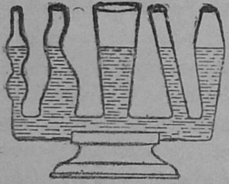
பரிசோதனை 5 :—படம் 101-இல் காட்டிய கருவியை எடுத்துக்கொள். இது ஓர் உயரமான ஜாடியாகும். ஜாடியின் பக்கத்தில் ஒரே குறுக்கு வெட்டுள்ள மூன்று துவாரங்கள் உள்ளன. இவை தக்கைகளால் மூடப்பட்-டிருக்கின்றன.



படம் 101.

ஜாடி நிறையத் தண்ணீர் ஊற்று. தக்கைகளை ஒரே சமயத்தில் எடுத்துவிடு. தண்ணீர் வேகத்துடன் வெளிவரும். அடித் துவாரத்தின் வழியாக அதிக வேகமாகவும், நடுத் துவாரத்தின் வழியாகச் சற்று குறைவான வேகத்துடனும், மேல் துவாரத்தின் வழியாக மேலும் குறைவான வேகத்துடனும் தண்ணீர் வெளிவருவதைக் கவனி. ஆகவே, திரவத்திற்குப் பக்கவாட்டமாகவும் அழுத்தும் சக்தி உண்டு என்றும், ஆழம் அதிகம் ஆக ஆக, திரவ அழுத்தம் அதிகரிக்கிறது என்றும் தெரிந்து கொள்ளுகிறோம்.

பரிசோதனை 6 :—படம் 102-இல் உள்ள கருவியில் பல உருவங்களும், குறுக்களவுகளுமுள்ள குழாய்கள் ஒன்றோடொன்று ஒரு குழாயின் மூலம் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.



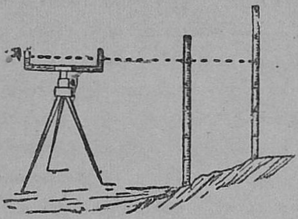
படம் 102.

ஒரு குழாயில் ஒரு திரவத்தை ஊற்று. அது எல்லாக் குழாய்களுக்கும் செல்லும். கடைசியில் குழாய்களிலுள்ள திரவ மட்டங்கள் ஒரே கிடைக்கோட்டிலிருக்கும்.

ஆகவே, இணைக்கப்பட்ட குழாய்களில் திரவமானது ஒரே மட்டத்தை அடையும்.

இத் தத்துவத்தின்படிதான் பட்டணங்களிலுள்ள குழாய்களில் தண்ணீர் வருகிறது. உயரத்திலுள்ள தொட்டியில் தண்ணீர் உளது; அத் தொட்டியிலிருந்து குழாய்கள் மூலம் தண்ணீர் நமக்குக் கிடைக்கின்றது.

நீர் மட்டக் கருவி (water level) யும் இத்தத்துவத்தையே அடிப்படையாகக் கொண்டது. படம் 103-இல் இக்கருவி காட்டப் பட்டுள்ளது. இரண்டு கண்ணுடிக் குழாய்கள் தண்ணீரால் நிரப்பப் பட்டு, ஒரு குழாயினுல் இணைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. இக் கருவி முக்காலியின்மேல் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. படத்தில் காட்டியபடி இரண்டு இடங்களுக்குள்ள உயரத்தை இதனுல் காணலாம்.



படம் 103.

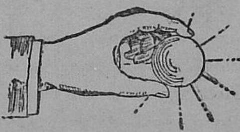
இறுக்கு விசையும் (thrust), அழுத்தமும் (pressure)

ஒரு பரப்பின்மேல் ஏற்படும் மொத்த அழுத்தம் இறுக்கு விசை எனப்படும். ஒரு புத்தகத்தை மேஜையின் மேல் வைத்தால், இறுக்கு விசையானது புத்தகத்தின் எடைக்குச் சமமாகும்.

புத்தகத்தின் பரப்பு 12×20 அல்லது 240 ச. செ. மீ. என்றும், அதன் எடை 20 கிராம் என்றும் வைத்துக் கொள்வோம். அப்படியானுல், அலகு பரப்பாகிய 1 ச. செ. மீ. பரப்பின்மேல் புத்தகத்தின் அழுத்தம் $= \frac{20}{240}$ கி. $= \frac{1}{12}$ கிராம். அழுத்தம் என்பது அலகு பரப்பின்மேல் அழுத்தும் சக்தியாகும்.

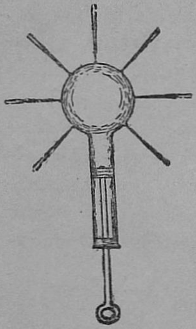
பாஸ்கலின் விதி (Pascal's Law)

படம் 104-இல் காட்டியபடி ஒரு ரப்பர்ப் பந்தைத் தண்ணீரால் நிரப்பி, அதில் நுண்ணிய துவாரங்கள் செய்து பந்தை அழுத்திஞல், எல்லாத் துவாரங்களின் வழியாகவும் தண்ணீர் ஒரே விசையுடன் வெளிவருகிறது.



படம் 104.

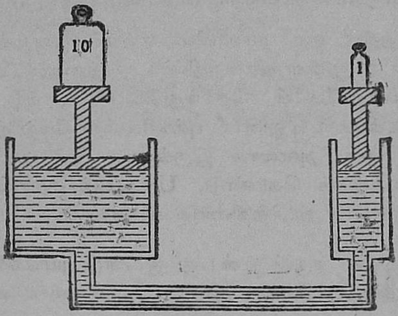
பரிசோதனை 7:—படம் 105-ஐப் பார். இக் கருவியில் கோள வடிவமான கண்ணாடிப் பாத்திரமும் அதனுடன் இணைக்கப்பட்ட ஒரு சிலிண்டரும் உள்ளன. சிலிண்டரில் ஒரு பிஸ்டன் இருக்கிறது. பாத்திரத்தின் பக்கங்களில் பல துவாரங்கள் இருக்கும். பாத்திரத்தைத் தண்ணீரால் நிரப்பிப் பிஸ்டனைக் கீழே தள்ளினால் தண்ணீர் எல்லாத் துவாரங்களின் வழியாகவும் ஒரே விசையுடன் வெளிவருகிறது.



படம் 105.

இந்தச் சோதனைகள் பாஸ்கலின் விதியை நிரூபிக்கின்றன. திரவத்தில் ஏதாவதொரு இடத்தில் ஏற்படும் அழுத்தும் சக்தி திரவ முழுவதும் அதே அளவில் பரவும். **இதுதான் பாஸ்கல் விதி ஆகும்.**

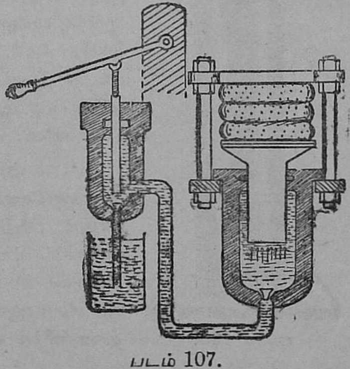
படம் 106-இல் ஒரு பெரிய சிலிண்டரும், சிறிய சிலிண்டரும் ஒரு குழாயினால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அவற்றின் குறுக்களவுகள் முறையே 10 ச. செ. மீ., 1 ச. செ. மீ. என்று வைத்துக்கொள்வோம். இரு சிலிண்டர்களிலும் பிஸ்டன்கள் உள்ளன. இக் கருவியில் தண்ணீர் வைத்துச் சிறிய பிஸ்டனின்மேல் 1 பவுண்டு எடையை வைத்தால், பெரிய பிஸ்டன் நகராமலிருக்க அதன்மேல் 10 பவுண்டு எடை வைக்கவேண்டியிருக்கும். ஏனென்றால், பாஸ்கல் விதிப்படி சிறிய சிலிண்டரின் அடிப்பரப்பிலுள்ள 1 ச. செ. மீ. மேல் ஏற்படும் அழுத்தத்தினால் பெரிய சிலிண்டரின் ஒவ்வொரு ச. செ. மீ. பரப்பின்மேலும் அதே அழுத்தம் உண்டாகும். அதாவது, பெரிய சிலிண்டரின் பரப்பின்மேல் மொத்த அழுத்தம் 10 மடங்காகும். பெரிய பிஸ்டன் மேல் எடை வைக்காமற் போனால், சிறிய பிஸ்டன் எவ்வளவு தூரம் கீழே இறங்குகிறதோ அதில் $\frac{1}{10}$ அளவு பெரிய பிஸ்டனின் மேலே செல்லும்.



படம் 106.

மேற்சொன்ன விதியை அனுசரித்து பிராமா பிரஸ் (Bramah Press) என்னும் ஒரு உபகரணம் உளது. படம் 107-இல் இது காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இதில் உள்ள பெரிய சிலிண்டரின் குறுக்களவு சிறிய சிலிண்டரின் குறுக்களவைப்போல் பல மடங்கு பெரிது.

இக் கருவி மூட்டைகளின் (பஞ்சு மூட்டைகள்) பருமனைக்குறைக்கவும், விதைகளிலிருந்து எண்ணெய் எடுக்கவும் பயன்படும். சிறிய பிஸ்டன் கீழே தள்ளப்பட்டால் பெரிய பிஸ்டன் மிக அதிகமான அழுத்தும் சக்தியுடன் மேலே சென்று மூட்டைகளை அமுக்கும்.



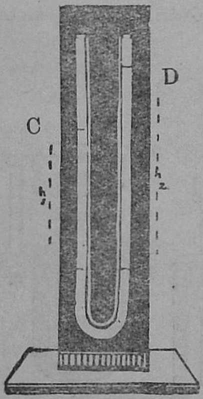
படம் 107.

சம நிலைக் கம்பங்கள் (balancing columns)

திரவத்தில் ஒரு புள்ளியில் ஏற்படும் அழுத்தம் அப்புள்ளியின் மேலுள்ள திரவத்தின் உயரத்தைப் பொறுத்தது என்று முன்னமேயே தெரிந்துகொண்டோம். ஆகவே, ஒரே கிடைக்கோட்டிலுள்ள புள்ளிகளின் மேல் திரவத்தின் அழுத்தம் ஒரு அளவாக இருக்கும். இத் தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு, U-வடிவக் குழாயினுல் ஒரு திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் காணலாம்.

U-வடிவக் கருவி என்பது இரண்டு புயங்களையுடைய குழாயாகும் (படம் 108). இரண்டு புயங்களின் வாய்களும் திறந்திருக்கும். குழாய் செங்குத்தாக ஒரு தாங்கியில் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது.

பரிசோதனை 8 :—U-வடிவக் கருவியை எடுத்துக் கொண்டு ஒரு வாயின்மேல் புனலை வைத்துச் சிறிது தண்ணீர் ஊற்று. இரு புயங்களிலும் தண்ணீரின் உயரம் சுமார் 15 செ. மீ. இருக்கட்டும். மற்ருெரு வாயின்மேல் புனலை வைத்து சிறிது மண்ணெண்ணெய் வார். இப் புயத்தில் தண்ணீர் மட்டம் இறங்கி மறு புயத்தில் ஏறும்; ஏனென்ருல், மண்ணெண்ணெய் தண்ணீரை அழுத்துகிறது.



படம் 108.

B என்பது தண்ணீரும் மண்ணெண்ணெயும் சந்திக்கும் மட்டமாகும். AB என்பது B-இலிருந்து வரையப்பட்ட கிடைக்கோடாகும். ஆகவே, A-இலும் B-இலும் அழுத்தம் சமமாகும். A என்னும் புள்ளியில் தண்ணீர்க் கம்பத்தின் உயரம் AC

(h_1 செ. மீ.) ஆகும்; B என்னும் புள்ளியில் திரவக் கம்பத்தின் உயரம் BD (h_2 செ. மீ.) ஆகும்.

ஒரு அளவு கோலால் h_1, h_2 செ. மீ. உயரங்களைப் பிழையின்றிப் பார். A, B புள்ளிகளில் அழுத்தங்கள் சமமாதலால்,

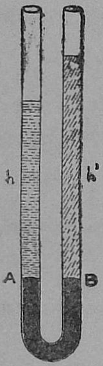
h_2 க. செ. திரவத்தின் எடை $= h^1$ க. செ. மீ. தண்ணீரின் எடை.

$h_2 d$ கிராம் $= h_1$ கிராம். (d என்பது திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி)

$$\therefore\ d = \frac{h_1}{h_2} = \frac{\text{தண்ணீர்க் கம்பத்தின் உயரம்}}{\text{திரவக் கம்பத்தின் உயரம்}}.$$

மேலும் மேலும் சிறிது சிறிதாகத் திரவத்தை வார்த்து, இச் சோதனையைப் பலமுறை (சுமார் 6 முறை) செய்து சராசரி ஒப்பு அடர்த்தியைக் காண். அளவுகளைக் கீழ்க் கண்டவாறு அட்டவணையில் குறி:

பொது மட்டத்தின் அளவீடு (A)	தண்ணீர் மட்டத்தின் அளவீடு (C)	திரவ மட்டத்தின் அளவீடு (D)	தண்ணீர்க் கம்பத்தின் உயரம் h_1	திரவக் கம்பத்தின் உயரம் h_2	திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி h_1/h_2	சராசரி



படம் 109.

மண்ணெண்ணெய் தண்ணீருடன் கலவாது. சாராயம், கரைசல்கள் (solutions) போன்ற தண்ணீருடன் கலக்கும் திரவங்களின் ஒப்பு அடர்த்தியை U-வடிவக் கருவியைக் கொண்டு அறிய, 109-ஆம் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி முதலில் சுமார் 10 செ. மீ. உயரம் இருக்கும்படி பாதரசத்தை வார்க்கவேண்டும். பிறகு, ஒரு புயத்தின் வழியாகச் சிறிது தண்ணீரை ஊற்றி, மறுபுயத்தில் பாதரச மட்டங்கள் கிடைக் கோட்டிலிருக்கும்வரை திரவத்தை ஊற்ற வேண்டும். முன்போல் தண்ணீர்க் கம்பம், திரவக் கம்பம் இவற்றின் உயரங்களைக் குறித்துக் கொண்டு ஒப்பு அடர்த்தியைக் கணக்கிடலாம்.

அத்தியாயம் 3

ஆர்க்கிமிடீஸின் தத்துவம் (Principle of Archimedes)

கிணற்றிலிருந்து ஒரு வாளியில் தண்ணீர் எடுக்கும்போது, வாளி தண்ணீர் மட்டத்திற்கு மேலே வந்ததும், அதன் எடை அதிகரித்திருப்பதுபோல் தோன்றுகிறதல்லவா ? அதாவது ஒரு திடப்பொருள் ஒரு திரவத்தில் மூழ்கியிருக்கும்போது அதன் எடை குறைவாக இருப்பதுபோல் தோன்றும்.

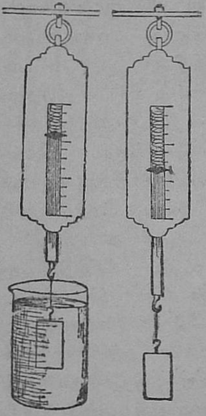
வலது கையில் ஒரு பொருளை வைத்துக்கொண்டு, இடது கை வலது கையைத் தாங்கும்படியாக வைத்துக் கொண்டால், பொருளின் எடை குறைந்திருப்பதுபோல் தோன்றும். அதேபோல, திரவத்தில் மூழ்கியிருக்கும் திடப் பொருளைத் திரவம் மேல்நோக்கி அழுத்துவதால், அதன் எடை குறைந்திருப்பதுபோல் தோன்றும்.

இத் தத்துவத்தை முதன் முதலில் கண்டு பிடித்தவர் ஆர்க்கிமிடீஸ் என்னும் கிரேக்க (Greek) விஞ்ஞானியாவர். இவர் சுமார் கி. மு. 250-இல் வாழ்ந்தார். ஸைரக்யூஸ் (Syracuse) நாட்டரசர், சுத்தத் தங்கத்தினுல் ஒரு கிரீடம் செய்ய உத்திரவிட்டார். தட்டான் செய்த கிரீடம் சுத்தத்-தங்கமாக இராதென்று சந்தேகம் தோன்றி, அரசர் ஆர்க்கி-மிடீஸை அழைத்துச் சோதிக்கச் சொன்னுர். வெகு காலம் வரையில் ஆர்க்கிமிடீஸுக்குச் சோதிக்கும் வழி தோன்றவில்லை. ஒரு நாள் ஸ்நானம் செய்யத் தொட்டியில் இறங்கினதும், தண்ணீர் வழிந்ததை அவர் கவனித்தார். உடனே அவருக்கு ஞானோதயம் ஏற்பட்டு, 'கண்டுபிடித்-தேன், கண்டுபிடித்தேன்,' என்றுகூவிக் கொண்டே —ஆடையில்லாமையையும் மறந்து—தெருவில் ஓடினுர். பிறகு, கிரீடத்தையும், அதே எடையுள்ள தங்கத்தையும் தனித்தனியாகத் தண்ணீர் நிறைந்துள்ள ஒரு பாத்திரத்தில் போட்டு, வெளிவந்த தண்ணீரின் அளவை ஒப்பிட்டார். கிரீடமானது சுத்தத் தங்கத்தைவிட அதிகமான தண்ணீரை வெளிப்போக்கிற்று. ஆகவே, 'கிரீடம் சுத்தத் தங்கமல்ல' என்று அரசரிடம் அவர் தெரிவித்தார். தட்டான் தண்டிக்-கப்பட்டான்.

ஆர்க்கிமிடீஸின் தத்துவம்:— ஒரு திடப்பொருள் ஒரு திரவத்தில் மூழ்கியிருந்தால், அது இழப்பதாகத் தோன்றும் எடையானது, இடம் பெயர்ந்த (displaced) திரவத்தின் எடைக்குச் சமமாகும்; அல்லது, ஒரு திடப்பொருள் முழுவதும் ஒரு திரவத்தில் மூழ்கியிருந்தால், அது இழப்பதாகத் தோன்றும் எடையானது, அதே கன அளவு திரவத்தின் எடைக்குச் சமம்.

பரிசோதனை 9:— ஒரு வில் தராசை ஒரு தாங்கியி-லிருந்து தொங்க விடு. தராசிலிருந்து மெல்லிய நூலைக்-கொண்டு ஒரு கல்லைத் தொங்கவிட்டு அதன் எடையைக் கண்டுபிடி. ஒரு முகவையில் மண்ணெண்ணெயை எடுத்-துக்கொண்டு கல்லை எண்ணெயில் முழுவதும் மூழ்கச்-

செய். இப்போது எடை குறைந்திருப்பதைக் காண். எண்ணெயில் அதன் எடையைப் பார்த்து, இழக்கும் எடையைத் தெரிந்துகொள்.



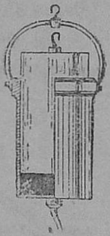
படம் 110.

கல்லை நன்றாகத் துடைத்துவிட்டு அளவு சாடியைக் கொண்டு அதன் பருமனைக் கண்டுபிடி. U-வடிவக் குழாயினால் (அல்லது வேறு ஏதாவது ஒரு முறையில்) திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் காண். கல்லின் பருமனளவுள்ள திரவத்தின் எடையைக் கண்டு பிடி.

திடப்பொருள் இழக்கும் எடையும், அதே பருமனளவுள்ள திரவத்தின் எடையும் சமமாக இருப்பதைக் கவனி.

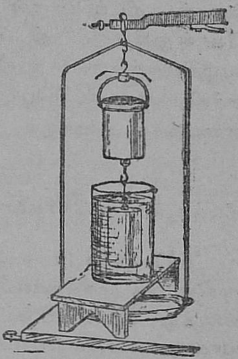
மண்ணெண்ணெய்க்குப் பதிலாக வேறு சில திரவங்களை உபயோகித்து இத் தத்துவத்தைப் பரிசோதித்துப்பார்.

பரிசோதனை 10 :—சிலிண்டரும் உறையும் (cylinder and socket) என்ற கருவியைக்கொண்டு இத் தத்துவத்தைப் பரிசோதிக்கலாம். உலோகத்தால் செய்யப்பட்ட ஒரு உறையும், அதில் சரியாகப் பொருந்தும்படியாக ஒரு உலோகக் கன சிலிண்டரையும் இக் கருவி உடையதாகும் (படம் 111 a). ஆகவே, சிலிண்டரின் பருமனும் உறையின் கொள்ளளவும் சமம். உறையில் மேலும் கீழும் கொக்கிகள் உள்ளன. சிலிண்டரின் ஒரு முனையிலும் கொக்கி உளது.



படம் 111 (*a*). சிலிண்டரும், உறையும்.

ஒரு தராசின் இடது தட்டுக்கு மேலுள்ள கொக்கியிலிருந்து உறையையும், உரையிலிருந்து சிலிண்டரையும் தொங்கவிடு (படம் 111 b). வலது தட்டில் இவற்றுக்குச் சமமான எடைகளைப் போட்டுச் சரிக்கட்டு.



படம் 111 (*b*).

இடது தட்டின் குறுக்கே ஒரு மரப்பாலத்தை வை. பாலம் தட்டைத் தொடாமலிருக்கவேண்டும். பாலத்தின் மேல் ஏதாவது ஒரு திரவமுள்ள முகவையை வை. சிலிண்டர் முழுவதும் திரவத்தில் மூழ்கியிருக்க வேண்டும். சிலிண்டரின் பக்கங்களிலுள்ள காற்றுக் குமிழிகளைப் போக்கி, அது முகவையைத் தொடாமலிருக்கும்படி பார்த்துக்கொள். இப்போது வலது தட்டிலுள்ள எடை அதிகமாக இருப்பதைக் கவனி. ஆகவே, திரவத்தில் மூழ்கி யிருக்கும்போது சிலிண்டரின் எடை குறைவு என்று அறிகிறோம்.

ஒரு பிப்பெட்டின் உதவியால் உறையில் அதே திரவத்தை ஊற்று. உறை திரவத்தால் நிரம்பியதும் தராசுக்கோல் கிடைக்கோடாக இருப்பதைப் பார். ஆகவே, சிலிண்டரின் எடை நஷ்டம், உறையில் உள்ள திரவத்தின் எடைக்கு, அதாவது, சிலிண்டரின் பருமனளவுள்ள திரவத்தின் எடைக்குச் சமம்.

திடப்பொருள் உண்மையாக எடை நஷ்டம் அடையவில்லை. திரவமானது திடப்பொருளை மேல்நோக்கி அழுத்து

வதால், திடப்பொருள் எடை நஷ்டம் அடைவதாகத் தோன்றுகிறது. திடப்பொருள் முழுவதும் திரவத்தில் மூழ்கியிருக்கும்போது திரவத்தின் மேல் நோக்கி அழுத்தும் சக்தியானது திடப்பொருளின் பருமனளவுள்ள திரவத்தின் எடைக்குச் சமமாகும்.

உண்மையாக எடை நஷ்டம் ஏற்படவில்லை என்று கீழ்க்கண்ட பரிசோதனையால் விளக்கலாம்.

பரிசோதனை 11 :—ஒரு தராசின் இடது தட்டில் திரவமுள்ள ஒரு முகவையையும், தட்டின்மேல் ஒரு கல்லையும் வைத்து, சரி எடை கட்டு. பிறகு கல்லைச் சாக்கிரதையாக முகவையில் போட்டு எடை பார். எடையில் எவ்வித மாறுதலுமில்லை. ஆகவே, எடை நஷ்டம் உண்மையானதல்ல.

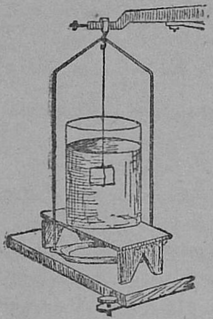
ஒப்பு அடர்த்தி

ஆர்க்கிமிடீஸின் தத்துவத்தை உபயோகப்படுத்தி, திட, திரவப் பொருள்களின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் காணலாம்.

$$\text{ஒப்பு அடர்த்தி} = \frac{\text{பொருளின் எடை}}{\text{அதே பருமனளவுள்ள தண்ணீரின் எடை}}.$$

திடப்பொருள் முழுவதும் தண்ணீரில் மூழ்கியிருக்கும்போது அதன் எடை நஷ்டமானது, அதே கன அளவுள்ள தண்ணீரின் எடைக்குச் சமம் என்று ஆர்க்கிமிடீஸின் தத்துவத்திலிருந்து தெரிகிறது. ஆகவே, திடப்பொருளின் $\text{ஒப்பு அடர்த்தி} = \frac{\text{பொருளின் எடை}}{\text{தண்ணீரில் எடை நஷ்டம்}}$.

பரிசோதனை 12 :—**கண்ணாடி அடைப்பானின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் காண :** ஒரு மெல்லிய நூலின் உதவியால் அடைப்-



படம் 112.

பானை ஒரு தராசின் இடது தட்டுக்கு மேலுள்ள கொக்கியிலிருந்து தொங்கவிடு. அடைப்பானின் எடையைக் கண்டுபிடி. இடது தட்டுக்குக் குறுக்காகவும், அதைத் தொடாமலும் ஒரு மரப் பாலத்தை வைத்து, அதன்மேல் தண்ணீருள்ள ஒரு முகவையை வை. அடைப்பான் முகவையின் அடியையும் பக்கங்களையும் தொடாமலும், முழுவதும் தண்ணீரில் மூழ்கியும் இருக்கவேண்டும்.

இப்போது அடைப்பானின் எடையைக் காண்.

காற்றில் அடைப்பானின் எடை $= w_1$ கிராம் என்போம்.

தண்ணீரில் ,, ,, $= w_2$,, ,,

தண்ணீரில் எடை நஷ்டம் $= (w_1 - w_2)$ கிராம்

அடைப்பானின் ஒப்பு அடர்த்தி $= \dfrac{w_1}{w_1 - w_2}$.

திடப்பொருள் தண்ணீரில் கரையுமானால் (உ-ம்: படிகாரக்கட்டி, மயில்துத்தம்) அது கரையாத ஒரு திரவத்தைக் கொண்டு (உ-ம்: மண்ணெண்ணெய்) இதே பரிசோதனையைச் செய். மண்ணெண்ணெயின் ஒப்பு அடர்த்தியை U-வடிவக் குழாயினால் கண்டுபிடி.

திடப்பொருளின் எடை $= w_1$ கிராம்.

திரவத்தில் ,, ,, $= w_2$,,

திரவத்தில் எடை நஷ்டம் $= (w_1 - w_2)$,,

திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி $= d$

ஆகவே, d கிராம் திரவத்தின் கன அளவு $= 1$ க.செ.மீ

$w_1 - w_2$,, $= \dfrac{w_1 - w_2}{d}$ க. செ. மீ.

திடப் பொருளின் கன அளவு $= \frac{w_1 - w_2}{d}$ க. செ. மீ.

1 க. செ. மீ. தண்ணீரின் எடை 1 கிராம். ஆதலால்,

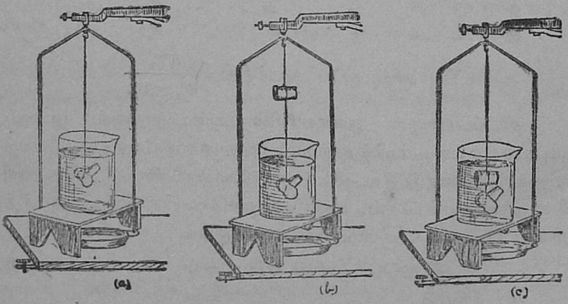
அதே கன அளவு தண்ணீரின் எடை $= \frac{w_1 - w_2}{d}$ கிராம்.

ஆகவே, திடப்பொருளின் ஒப்பு அடர்த்தி

$$= \frac{w_1}{w_1 - w_2} \times d = \frac{w_1 d}{w_1 - w_2}$$

பரிசோதனை 13:—திடப்பொருள் தண்ணீரில் மிதக்குமானல் (தக்கை) ஒரு பொருத்தமான கல்லேயோ, கண்ணுடி அடைப்பானையோ எடுத்துக்கொள். அத் திடப்பொருள் அடைப்பானுடன் கட்டப்பட்டால் இரண்டும் சேர்ந்து தண்ணீரில் மூழ்கவேண்டும்.

படம் 113-ஐப் பார். அதன்படி பின்வரும் எடைகளைக் கண்டுபிடி.



படம் 113.

தண்ணீரில் அடைப்பானின் எடை	$= w_1$	கிராம்.
,, ,, +காற்றில் தக்கையின் எடை	$= w_2$	,,
இரண்டும் சேர்ந்து தண்ணீரில் எடை	$= w_3$	,,

ஆகவே, காற்றில் தக்கையின் எடை $=(w_2-w_1)$,,
தக்கையின் கன அளவுள்ள தண்ணீரின் எடை
$=(w_2-w_3)$,,

தக்கையின் ஒப்பு அடர்த்தி $=\dfrac{w_2-w_1}{w_2-w_3}$.

பரிசோதனை 14:—திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் காண: 12-ஆம் சோதனையில் சொல்லியுள்ளபடி காற்றிலும் தண்ணீரிலும் கண்ணாடி அடைப்பானின் எடையைக் கண்டுபிடி. பிறகு, அடைப்பானை நன்ருகத் துடைத்துவிட்டு, கொடுத்திருக்கும் திரவத்தில் அதன் எடையைக் காண். பின்வருமாறு கணக்கிடு:

காற்றில் அடைப்பானின் எடை		$=w_1$	கிராம்
தண்ணீரில்	,,	$=w_2$	,,
திரவத்தில்	,,	$=w_3$	,,
தண்ணீரில் எடை நஷ்டம்		$=(w_1-w_2)$	,,
திரவத்தில்	,,	$=(w_1-w_3)$	,,

ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தின்படி அடைப்பானின் எடை நஷ்டம் அதே கன அளவுள்ள திரவத்தின் எடைக்குச் சமம். ஆகவே,

திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி

$$=\frac{\text{திரவத்தின் எடை}}{\text{அதே கன அளவுள்ள தண்ணீரின் எடை}}$$

$$=\frac{\text{திரவத்தில் அடைப்பானின் எடை நஷ்டம்}}{\text{தண்ணீரில் அடைப்பானின் எடை நஷ்டம்}}$$

$$=\frac{w_1-w_3}{w_1-w_2}.$$

உதாரணம் 1:—ஒரு திடப்பொருளின் எடை 10 கிராம். தண்ணீரில் அதன் எடை 6 கிராம். ஒரு திரவத்தில் அதன் எடை 6·8 கிராம். (1) திடப்பொருளின் கன அளவு, (2) அதன் ஒப்பு அடர்த்தி, (3) திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி,

(4) 0·92 ஒப்பு அடர்த்தியுள்ள ஒரு திரவத்தில் திடப்பொருளின் எடை—இவற்றைக் கண்டுபிடி.

(1) தண்ணீரில் எடை நஷ்டம் $=(10-6)$ கி. $=4$ கி. ஒரு க. செ. மீ. தண்ணீரின் எடை 1 கிராம். ஆதலால், ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தின்படி திடப்பொருளின் கன அளவு $=4$ க. செ. மீ.

(2) திடப்பொருளின் ஒப்பு அடர்த்தி

$$=\frac{\text{அதன் எடை}}{\text{தண்ணீரில் எடை நஷ்டம்}}$$

$$=\frac{10}{4}=2\cdot5.$$

(3) திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி

$$=\frac{\text{திரவத்தில் எடை நஷ்டம்}}{\text{தண்ணீரில் எடை நஷ்டம்}}$$

$$=\frac{10-6\cdot8}{10-6}=\frac{3\cdot2}{4}=0\cdot8.$$

(4) திடப்பொருளின் கன அளவு $=4$ க. செ. மீ.
அதே அளவு திரவத்தின் எடை $=4\times\cdot92$ கி.
$=3\cdot68$ கிராம்.
ஆகவே, திரவத்தில் எடை நஷ்டம் $=3\cdot68$ கிராம்.
திரவத்தில் எடை $=(10-3\cdot68)$ கி. $=6\cdot32$ கிராம்.

உதாரணம் 2:— தக்கையின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் கண்டு பிடிக்கும் பரிசோதனையில் பின்வரும் எடைகள் கிடைத்தன. அதன் ஒப்பு அடர்த்தியைக் கணக்கிடு.

தண்ணீரில் மூழ்கும் திடப்பொருளின் எடை.........
$=17\cdot74$ கிராம்

,, + காற்றில் தக்கையின்
எடை $=20\cdot62$,,

இரண்டும் சேர்ந்து தண்ணீரின் எடை $=6\cdot44$,,

தக்கையின் எடை $=20\cdot62-17\cdot74=2\cdot88$,,

அதே கன அளவுள்ள தண்ணீரின் எடை

$$= 20{\cdot}62 - 6{\cdot}44 = 14{\cdot}18 \text{ கிராம்.}$$

$$\text{தக்கையின் ஒப்பு அடர்த்தி} = \frac{2{\cdot}88}{14{\cdot}18} = 0{\cdot}2 \text{ (சுமார்).}$$

உதாரணம் 3 :—ஒரு திடப்பொருளின் ஒப்பு அடர்த்தி 7·2; அதன் எடை 3 பவுண்டு. அதன் கன அளவு என்ன ? 0·8 ஒப்பு அடர்த்தியுள்ள ஒரு திரவத்தில் அதன் எடை யாது ?

1 க. அடி தண்ணீரின் எடை $= 62{\cdot}5$ பவு.
1 க. அடி திடப்பொருளின் எடை $= 7{\cdot}2 \times 62{\cdot}5$ பவு.

$$\text{திடப்பொருளின் கன அளவு} = \frac{\text{எடை}}{\text{அடர்த்தி}}$$

$$= \frac{3}{7{\cdot}2 \times 62{\cdot}5} = \frac{1}{150} \text{ க. அடி.}$$

அதே கன அளவு திரவத்தின் எடை

$$= \tfrac{1}{150} \times {\cdot}8 \times 62{\cdot}5$$
$$= \tfrac{1}{3} \text{ பவு.}$$

ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவப்படி எடை நஷ்டம் $= \frac{1}{3}$ பவு.
திரவத்தில் அதன் எடை $= (3 - \frac{1}{3})$ பவு. $= 2\frac{2}{3}$ பவு.

மிதப்பு

சில திடப் பொருள்கள் திரவத்தில் மூழ்கிவிடுகின்றன. வேறு சில அதே திரவத்தில் மிதக்கின்றன. கண்ணாடி அடைப்பான் தண்ணீரில் மூழ்கிவிடுகின்றது; தக்கை மிதக்கின்றது.

ஒரு பித்தளைத் துண்டு தண்ணீரில் மூழ்குகின்றது. ஆனால், அதே துண்டு பாதரசத்தில் மிதக்கின்றது. ஆகவே, ஒரு திடப்பொருள் ஒரு திரவத்தில் எப்போது மூழ்கும், எப்போது மிதக்கும் என்பதைப்பற்றி ஆராய்வோம்.

பரிசோதனை 15 :—ஒரு உலோகக் கன சிலிண்டரின் கன அளவை அளவு ஜாடியைக் கொண்டோ, அல்லது சூத்திரத்தின் மூலமாகவோ கண்டுபிடி. (கன அளவு 2·5 க. செ. மீ.) சிலிண்டரைத் துடைத்துவிட்டு அதன் எடையைக் கண்டுபிடி (எடை 20·5 கிராம்). இத் திடப்பொருள் தண்ணீரில் மூழ்குகின்றது; இது 13·6 ஒப்பு அடர்த்தியுள்ள பாதரசத்தில் மிதக்கின்றது.

அதே அளவு தண்ணீரின் எடை = 2·5 கிராம்.

அதே அளவு பாதரசத்தின் எடை = 2·5 × 13·6 கி. = 34 கி. ஆகவே, திடப் பொருளின் எடை அதே அளவு திரவத்தின் எடையைவிட அதிகமாக இருந்தால் அது அத்திரவத்தில் மூழ்கும். திடப்பொருளின் எடை அதே அளவுள்ள திரவத்தின் எடையைவிடக் குறைவாக இருந்தால் அது அத்திரவத்தில் மிதக்கும். இரண்டு எடைகளும் சமமாய் இருந்தால் அது திரவத்தில் நீந்தும். மிதக்கும் பொருளின் அடர்த்தி திரவத்தின் அடர்த்தியைக் காட்டிலும் குறைவு.

ஒரு முகவையானது தண்ணீரில் மிதக்கின்றது. ஏனென்றால், முகவையின் எடை அதே கன அளவுள்ள தண்ணீரின் எடையைவிடக் குறைவு. முகவையை மிகச் சிறிய துண்டுகளாக உடைத்தால், கண்ணாடித் துண்டுகள் தண்ணீரில் மூழ்கிவிடுகின்றன. ஏனென்றால், ஒவ்வொரு சிறிய துண்டின் எடையானது அதே கன அளவுள்ள தண்ணீரின் எடையைக் காட்டிலும் அதிகம்.

கீழ்க் கூறியிருக்கும் விஷயங்களுக்குக் காரணங்கள் தெரிந்து கொள்ளுங்கள் :—(1) ஓர் இரும்புத் துண்டு தண்ணீரில் மூழ்குகின்றது. இரும்பினால் செய்யப்பட்ட கப்பல் தண்ணீரில் மிதக்கின்றது. (2) ஈயக் கட்டி தண்ணீரில் மூழ்கும்; அதே கட்டியைப் பாத்திரமாகச் செய்தால் பாத்திரம் மிதக்கும். (3) உயிர்க்காப்பு பெல்டை (Life belt)

அணிந்துகொண்டால் தண்ணீரில் மிதக்கிறோம். (இப்-பெல்ட்டுகளில் காற்று அடைக்கப் பட்டிருக்கிறது.) (4) பனிக்கட்டி தண்ணீரில் மிதக்கின்றது. (5) தெப்ப விழா-வில் பலகை இணைப்புகளின் அடியில் பீப்பாய்கள் கட்டப் பட்டிருக்கிருக்கின்றன. (6) நீர்மூழ்கிக் கப்பல்-(submarine) களின் அடியில் பல காற்றறைகள் உள்ளன. ஆகையால், அது மிதக்கின்றது. வேண்டும்போது இவ்வறைகளைத் தண்ணீரால் நிரப்பினுல், கப்பல் மூழ்கும்.

ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்ட சில விஷயங்கள் :—(1) வாளியில் தண்ணீர் தூக்கும்போது வாளி தண்ணீரிலிருந்து வெளியே வந்ததும் எடை அதிகரிப்பதுபோல் தோன்றுகிறது. (2) குளத்திலோ ஆற்றிலோ நீராடும்போது அடியிலிருக்கும் கூரான கற்-களின்மேல் காலை வைத்தாலும் காயம் ஏற்படுவதில்லை. (3) கழுத்தளவு தண்ணீருள்ள ஆற்றில் நாம் நேராக நிற்க முடியாது.

மிதப்பு விதி

ஒரு தக்கையின் கன அளவு 10 க. செ. மீ. என்று வைத்துக்கொள்வோம். தக்கையின் ஒப்பு அடர்த்தி 0·2 ஆகும். தக்கையின் எடை $= 10 \times \cdot 2$ கிராம் $= 2$ கிராம். தக்கை அளவுள்ள தண்ணீரின் எடை 10 கிராம் ஆகும். ஆகவே, தக்கை தண்ணீரில் மிதக்கின்றது. தக்கையைத் தண்ணீருள்ள முகவையின் அடியில் கையினுல் அழுத்திக் கொண்டு திடீரென்று கையை எடுத்துவிட்டால், தக்கை மேலே வந்து ஒரு நிலையில் நின்றுவிடுகிறது. ஏன்? தக்கை-யின் எடைக்கும், இடம் பெயர்ந்த தண்ணீரின் எடைக்கும் ஏதாவது சம்பந்தம் உண்டா என்று ஆராய்வோம்.

பரிசோதனை 16 :—ஒரு அளவு ஜாடியில் தண்ணீர் எடுத்துக்கொண்டு ஆரம்ப அளவீட்டைக் குறித்துக்கொள். ஒரு தக்கையின் எடையைக் கண்டுபிடித்து, அதை அளவு

ஜாடியிலுள்ள தண்ணீரில் மிதக்கவிடு. தண்ணீர் மட்டத்தின் அளவீட்டைப் பார். இரண்டு அளவீடுகளுக்குமுள்ள வித்தியாசமே இடம் பெயர்ந்த தண்ணீரின் கன அளவு ஆகும். தக்கையின் எடையும், இடம் பெயர்ந்த தண்ணீரின் எடையும் சமமாக இருப்பதைக் காண்.

ஆகவே, ஒரு திடப்பொருள் ஒரு திரவத்தில் மிதந்தால் திடப்பொருளின் எடையும், அதனால் இடப் பெயர்ச்சி அடைந்த திரவத்தின் எடையும் சமம். இதுதான் மிதப்பு விதியாகும்.

இவ் விதியிலிருந்து நாம் முக்கியமான விஷயத்தைத் தெரிந்துகொள்ளலாம். ஒரு திடப்பொருளின் எடை 4 கிராம் என்றும், அதன் ஒப்பு அடர்த்தி 0·2 என்றும் வைத்துக் கொள்வோம். அது தண்ணீரில் மிதக்கும்போது இடம் பெயர்ந்த தண்ணீரின் கன அளவு 4 க. செ. மீ. ஆகும்; ஏனெனில், தண்ணீரின் அடர்த்தி க. செ. மீ.-க்கு 1 கிராம் ஆகும். அதே திடப்பொருள் 0·8 ஒப்பு அடர்த்தியுள்ள ஒரு திரவத்தில் மிதக்குமானால், இடம் பெயர்ந்த திரவத்தின் கன அளவு மிதப்பு விதிப்படி $\frac{4}{\cdot 8}$ க. செ. மீ. அல்லது 5 க.செ.மீ. ஆகும். திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி 0·6 ஆனால், இடம் பெயர்ந்த திரவத்தின் கன அளவு $\frac{4}{\cdot 6}$ க. செ. மீ. அல்லது $6\frac{2}{3}$ க. செ. மீ. ஆகும்.

ஆகவே, ஒரு திடப் பொருளை இரண்டு திரவங்களில் மிதக்கவிட்டால், இடம் பெயர்ந்த திரவங்களின் கன அளவுகளும் திரவங்களின் ஒப்பு அடர்த்திகளும் தலைகீழ் விகிதத்திலிருக்கும்.

ஒரு செவ்வகக் கன உருவக்கட்டையானது தண்ணீரிலும், ஒப்பு அடர்த்தி d உள்ள ஒரு திரவத்திலும் மிதப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். தண்ணீரிலும், திரவத்திலும் ஆழங்கள் முறையே h_1 செ. மீ., h_2 செ. மீ. எனவும், கட்டையின்

குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு a ச. செ. மீ. எனவும் வைத்துக் கொள்வோம்.

இடம் பெயர்ந்த தண்ணீரின் கன அளவு ah_1 க.செ.மீ. இடம் பெயர்ந்த திரவத்தின் கன அளவு ah_2 க.செ.மீ. இவைகளின் எடை முறையே ah_1, ah_2, d கிராம் ஆகும். மிதப்பு விதிப்படி இவை ஒவ்வொன்றும் கட்டையின் எடைக்குச் சமம். ஆகவே,

$$ah_2 d = ah_1$$

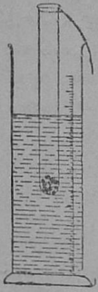
$$d = \frac{ah_1}{ah_2} = \frac{h_1}{h_2} = \frac{\text{தண்ணீரில் மூழ்கும் ஆழம்}}{\text{திரவத்தில் மூழ்கும் ஆழம்}}.$$

இவ் விதி முக்கியமானது. இவ் விதியை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஒரு சோதனைக் குழாயின் உதவியால் ஒரு திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் கண்டுகொள்ளலாம் (சோதனை 17). சோதனைக் குழாயைத் திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் காண இம்மாதிரி உபயோகித்தால், அது 'மாறும் தன்மையுள்ள ஹைடிரோமீட்டர்' (variable immersion hydrometer) எனப்படும்.

பரிசோதனை 17 :—ஒரு சோதனைக்குழாயின் உயரத்தை நீளமாகவும், மிகவும் குறைவான அகலமும் உடையதான ஒரு வரைக்கோட்டுக் காகிதத் துண்டை வெட்டிக்கொள். அடியில் O-இலிருந்து ஆரம்பித்து 10, 20......என்ற எண்களை அதில் குறி. சூனியக் குறியானது குழாயின் அடிக்குச் சிறிது மேலாக இருக்கும்படி கோட்டுக் காகிதத்தைக் குழாய்க்குள் பசையைக் கொண்டு செங்குத்தாகவும், குறிகள் வெளியே தெரியும் வண்ணமும் ஒட்டு. குழாயின் கழுத்தில் ஒரு நூலைக்கட்டு.

இரண்டு சாடிகளை எடுத்துக்கொண்டு ஒன்றில் தண்ணீரையும், மற்றொன்றில் ஒப்பு அடர்த்தி கண்டுபிடிக்க வேண்டிய திரவத்தையும் ஊற்று. இரண்டு திரவங்களில்

எதன் அடர்த்தி அதிகமோ அதில் குழாயை மிதக்கவிடு. குழாய் செங்குத்தாக மிதக்காவிடில் குழாயைச் சாய்த்துக்கொண்டு ஈயக் குண்டுகளை ஒவ்வொன்றாகக் குழாயினுள் சாக்கிரதையாகப் போடு. குழாய் நேராக மிதக்கும் வரையில் இம்மாதிரியாகச் செய். (திரவத்தின் அடர்த்தி தண்ணீரின் அடர்த்தியைவிட அதிகமென்று வைத்துக் கொள்வோம்.) வரைகோட்டுக் காகிதத்தில் திரவ மட்டத்திற்குநேராக உள்ள அளவீட்டைப் பார். இதுவே திரவத்தில் மூழ்கும் ஆழமாகும். சோதனைக் குழாயை எடுத்து அதன் வெளிப்புறத்தை நன்ருகத் துடைத்துவிட்டுத் தண்ணீரில் மிதக்கவிடு. தண்ணீர் மட்டத்திற்கு நேராகவுள்ள அளவீட்டைப் பார். குழாயைத் துடைத்து மறுபடியும் திரவத்தில் மிதக்க விட்டு, மேலும் சில ஈயக் குண்டுகளைப் போட்டுத் திரவத்திலும் தண்ணீரிலும் அளவீடுகளைப் பார். இதே மாதிரி சுமார் 6 சோதனைகளைச் செய்து கீழ்க்கண்டபடி அட்டவணையில் குறிப்புகளைக் குறித்துத் திரவத்தின் சராசரி ஒப்பு அடர்த்தியைக் கண்டுபிடி.



படம் 114.

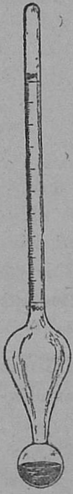
சோதனை	தண்ணீர் மட்டத்தின் அளவீடு (h_1)	திரவ மட்டத்தின் அளவீடு (h_2)	திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி $(h_1) \div (h_2)$	சராசரி ஒப்பு அடர்த்தி
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				

சாதாரண ஹைடிரோமீட்டர்

மேற்சொன்ன தத்துவத்தைக் கொண்டதாகும் சாதாரண ஹைடிரோமீட்டர் என்னும் கருவி. இதைக் கொண்டு

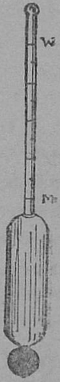
ஒரு திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தியை வெகு எளிதில் அறியலாம்.

இக் கருவியில் (படம் 115a) குறுகலான ஒரு நீண்ட கண்ணாடிக் குழாயும், அதனடியில் பாதரசமுள்ள ஒரு குமிழும் இருக்கின்றன. ஆகவே, இக் கருவி திரவங்களில் செங்குத்தாக மிதக்கும். குழாயில் மேலிருந்து கீழாக எண்கள் குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.



படம் 115 (a).

இக் கருவியை ஒரு திரவத்தில் மிதக்க விட்டு, திரவ மட்டத்திற்குச் சரியாக உள்ள அளவீட்டைப் பார்க்கவேண்டும். இது 1,100 என்று இருந்தால், திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி $\frac{1100}{1000}$ அதாவது 1·1ஆகும். ·7 முதல் ·8 வரையில், ·8 – ·9, ·9 – 1, 1·1 – 1·2, 1·2 – 1·4 வரையிலுள்ள ஒப்பு அடர்த்திகளைக் காண வெவ்வேறு ஹைடிரோமீட்டர்களிருக்கும்.



படம் 115 (b).

பால்மானி

பால்மானி என்பது மாறும் தன்மை உள்ள ஹைடிரோமீட்டரின் ஒருவகையாகும். அதைக் கொண்டு பாலின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் காணலாம் (படம் 115b).

குழாயின் மேல் கோடுகள் வரையப்பட்டிருக்கின்றன. உத்தம கோட்டிற்கு நேராக W என்றும், அதம கோட்டிற்கு நேராக M என்றும் எழுதப்பட்டிருக்கின்றது.

தண்ணீரில் மிதக்கவிட்டால் W என்னும் கோடு தண்ணீர் மட்டத்திற்குச் சரியாக இருக்கும். சுத்தமான பாலில் மிதக்க விட்டால் M என்னும் கோடு பால் மட்டத்திற்குச் சரியாக இருக்கும். பாலில் தண்ணீர் கலந்திருந்தால்

தண்ணீரின் அளவுப்படி ஏனைய கோடுகள் திரவ மட்டத்திற்கு நேராக இருக்கும். ஆனால், பாலைக் கடைந்து, மிதக்கும் ஆடையை எடுத்துவிட்டுப் போதுமான தண்ணீரைக் கலந்து, M என்ற கோட்டைத் திரவமட்டத்திற்கு நேராக இருக்கும்படி செய்யலாம்.

அத்தியாயம் 4

விமானம் (Aeroplane)

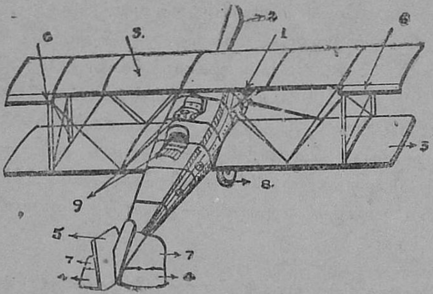
தற்கால ஆச்சரியங்களில் ஆகாய விமானமும் ஒன்றாகும். டாக்டர்களுக்கும், வியாபாரிகளுக்கும், போர் வீரர்களுக்கும், அரசியலறிஞர்களுக்கும் ஆகாய விமானம் எவ்வளவு அனுகூலமாக இருக்கின்றது என்பதை எல்லோரும் அறிவோம். விமானம் ஆக்க வேலைக்கும், அழிவு வேலைக்கும் பயன்படுகிறது.

பல நூற்றாண்டுகளாக மனிதன் பறவையைப்போல் பறப்பதற்கு எத்தனித்தான். 1776-ஆம் ஆண்டில் காவண்டிஷ் (Cavendish) என்னும் ஆங்கில விஞ்ஞானி ஹைடிரஜன், காற்றைவிட மிக இலேசானது என்று நிரூபித்தார். ஹைடிரஜன் நிரம்பிய சோப்புக் கொப்புளங்களே பலூனின் தத்துவத்தை நிரூபித்தன. 1782-ஆம் வருடத்தில் ரப்பர் பூசப்பட்ட பட்டுப் பையில் ஹைடிரஜனை நிரப்பி ஒரு பிரெஞ்சு நாட்டு விஞ்ஞானி பலூன் செய்தார். அது 27 மைல் மேலே சென்றது. ஹைடிரஜன் சுலபமாக தீப்பற்றி எரியக் கூடிய வாயுவானதால், அதற்குப் பதிலாக காற்றைவிட இலேசானதும், ஆனால், தீப்பற்றி எரியாததுமான ஹீலியம் என்னும் வாயுவை உபயோகப்படுத்துவதுண்டு. 1852-ஆம் வருடத்தில் ஜெர்மானியர் ஆகாயக் கப்பலைச் செய்தனர். இக் காலத்தில் அது ஹீலியம் என்ற வாயுவால் நிரப்பப்பட்டு, எஞ்சினின் உதவியால் இயங்குகிறது. ஆகாயக் கப்பல் காற்றைவிட இலேசானது.

ஆகாய விமானம் என்பது காற்றைவிடக் கனமானது. அப்படி இருந்தும், அது பறப்பது ஆச்சரிய மல்லவா? ஆகாய விமானம் காற்ருடியின் தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது. காற்றின் சக்தியால் காற்ருடி பறப்பதுபோல் விமானமும் ஆகாயத்தில் காற்றைப் பிளந்து செல்கின்றது. 1908-ஆம் ஆண்டில் ரைட் சகோதரர்கள் (Wright Brothers) முதன் முதலாக காற்றில் செல்லக் கூடிய பளுவான விமானத்தை நிரூபித்துக் காட்டினுர்கள். 1928-ஆம் வருடத்தில், $36\frac{1}{2}$ மணி நேரத்தில் 2,125 மைல் தூரத்தை எங்கும் நிற்காமல்—இரண்டு ஜெர்மனியர்கள் கடந்தார்கள்.

விமானத்தின் பாகங்களை இப்போது ஆராய்வோம். (1) எஞ்சின்: இதன் இயக்கத்தினுல்தான் முன்-தள்ளி (propeller-விசிறி) வேலை செய்கின்றது. எஞ்சின் பெட்ரோலினுல் இயங்குகின்றது. (2) முன்-தள்ளி. இது மரத்தினுலான இரண்டு நீண்ட அலகுகளாகும் (blades). எஞ்சின் வேலை செய்வதால் இது அதிக வேகமாகச் சுற்றுகின்றது. ஆகவே, காற்றும் வேகமாகச் சுழல்கிறது. (3) இறக்கைகள் (wings): இவை இலேசான அலுமினியத்தால் ஆனவை. இவற்றின் அடிப்புறம் சற்றுக் குழிவாக (concave) இருக்கும். சுழற்றப்பட்ட காற்று இறக்கைகளின் அடியில் தாக்குவதால் விமானம் தூக்கப்படுகிறது. (4) உயர்த்தி இயந்திரம் (elevator): இது கிடைகோடாகப் பொருத்தப்பட்ட இரண்டு துண்டுகளால் ஆனது. விமானத்தை உயர்த்தவோ தாழ்த்தவோ இது பயன்படும். (5) சுக்கான் (rudder): விமானத்தின் திசையை மாற்ற இது உபயோகமாகும். (6) எய்லிரான்கள் (ailerons): இறக்கைகளின் பின் முனைகளில் இவை கீலினுல் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. விமானம் திரும்பும்போது கவிழா வண்ணம் இவைகள் காப்பாற்றுகின்றன. (7) நிலைப்புக் கருவிகள் (stabilizers). இவை உயர்த்தி இயந்திரங்களோடு இணைக்-

கப்பட்டிருக்கின்றன. விமானத்தின் பின்முனை விழா-வண்ணம் இவை காப்பாற்றுகின்றன.



படம் 116.

1. எஞ்சின். 2. முன்-தள்ளி. 3. இறக்கைகள். 4. உயர்த்தி இயந்திரங்கள். 5. சுக்கான். 6. எய்லிரான்கள். 7. நிலைப்புக் கருவிகள். 8. சக்கரங்கள். 9. விமானி உட்காருமிடம்.

விமானத்தில் மாலுமிகளும், பிரயாணிகளும் உட்கார வசதிகள் உள்ளன. மாலுமி உட்கார்ந்துகொண்டு, பாகங்-களை இயக்கக்கூடும்.

அத்தியாயம் 5

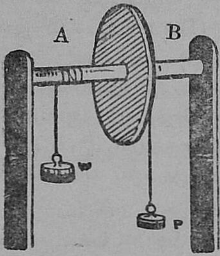
எந்திரங்கள்

நான்காம் படிவத்தில் நெம்புகோல் என்னும் எந்திரத்-தைப் பற்றிப் படித்தோம். இவ்வத்தியாயத்தில் இன்னும் சில எந்திரங்களைப் பற்றித் தெரிந்துகொள்வோம்.

உருளையும் (சக்கரமும்)-இருசும் (wheel and axle) என்ற எந்திரம் முதல் வகை நெம்புகோலை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது. இதைக்கொண்டு பளுவான பொருளைக் குறைவான திறனுல் தூக்கலாம். கிணற்றிலிருந்து தண்-ணீர் இறைக்க இக் கருவி பயன்படும்.

இந்த எந்திரமானது ஒரு சக்கரத்தையும் (உருளை), ஒரு இருசையும் உடையது. இவற்றின் மையங்களின் வழியாகச் செல்லும் ஒரு பொதுவான அச்சின்மேல் இரண்டும் சுழலக்கூடியவை. சக்கரத்தைச் சுற்றி ஒரு கயிறும், இருசைச் சுற்றி மற்றொரு கயிறும் சுற்றப்பட்டிருக்கின்றன. கயிறுகள் எதிர்த் திசையில் சுற்றப்பட்டிருக்கின்றன. (படம் 117.)

பரிசோதனை 18 :—இருசின்மேல் சுற்றப்பட்ட கயிற்றிலிருந்து 200 கிராம் தடையைத் தொங்கவிடு. சக்கரத்தின் மேல் சுற்றப்பட்ட கயிற்றுடன் எடை தெரிந்த ஒரு தராசுத் தட்டைக் கட்டு. தடையானது மிகச் சிறிதளவு தூக்கப்பட வேண்டியதற்கு எவ்வளவு எடை வேண்டுமோ, அதை எடைப் பெட்டியிலிருந்து தட்டில் போடு. தட்டின் எடையும், அதன் மேலுள்ள எடையும் சேர்ந்து திறனாகும்.

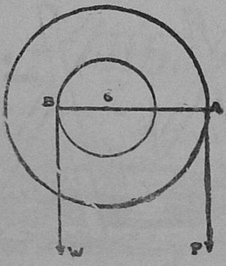


படம் 117.

பிறகு சக்கரத்தின் ஆரத்தையும், இருசின் ஆரத்தையும் அள. தடை : திறன், சக்கரத்தின் ஆரம் : இருசின் ஆரம்—ஆகிய விகிதங்களை ஒப்பிடு. இவை சமமாக இருக்கும்.

ஆகவே, எ. லா. (எந்திர லாபம்)

$$= \frac{\text{தடை}}{\text{திறன்}} = \frac{\text{சக்கரத்தின் ஆரம்}}{\text{இருசின் ஆரம்}}$$



படம் 118.

படம் 118 உருளையும் - இருசும் என்ற கருவியின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பாகும். OA என்பதைத் திறன் புயமாகவும், OB என்பதைத் தடைப் புயமாகவும் கொள்ளலாம். O என்பது ஆதாரத் தானம்.

நெம்புகோலின் தத்துவப்படி, தடை × தடை புயம் = திறன் × திறன் புயம்.

$$W \times OB = P \times OA$$

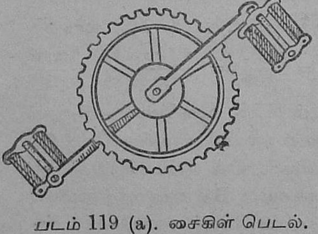
$$\text{எ. லா.} = \frac{W}{P} = \frac{OA}{OB} = \frac{\text{சக்கரத்தின் ஆரம்}}{\text{இருசின் ஆரம்}}$$

திறன் கயிற்றைக் கீழே இழுத்தால், தடைக் கயிறு மேலே செல்லும்.

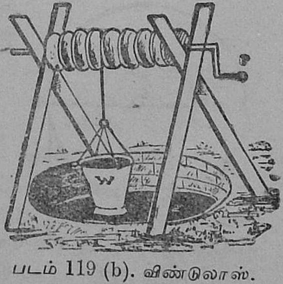
சக்கரமும் - இருசும் என்பதை அடிப்படையாகக் கொண்ட அனேக கருவிகள் உள. (1) படம் 119 (b)-இல் காட்டியுள்ள விண்டுலாஸ் (windlass) என்னும் கருவி கிணற்றிலிருந்து தண்ணீர் எடுக்க உபயோகமாகும். (2) காப்பிப் பொடி அரைக்கும் இயந்திரம். (3) (spanner) என்னும் கருவி. (4) சைக்கிள் பெடல் சக்கரம். (5) கப்பல்களில் மிகப் பளுவான நங்கூரத்தைத் தூக்கப் பயன்படும் காப்ஸ்டன் என்னும் கருவி.

கப்பி (pulley)

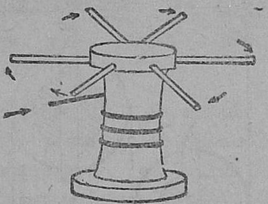
கப்பி என்பது மரத்தாலோ உலோகத்தாலோ செய்யப்பட்ட ஒரு சக்கரமாகும். அதன் விளிம்பில் பள்ளம் இருக்கிறது. சக்கரத்தின் மையத்தின் மூலமாகச் செல்லும்



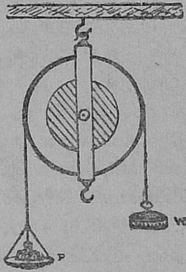
படம் 119 (a). சைகிள் பெடல்.



படம் 119 (b). விண்டுலாஸ்.



படம் 119 (c). காப்ஸ்டன்.



படம் 120 கப்பி.

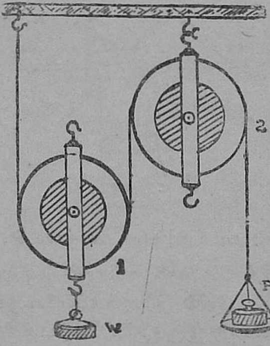
அச்சின்மேல் சக்கரம் சுழலும். அச்சின் முனைகள் ஒரு சட்டத்தில் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இச் சட்டத்தினுள் சக்கரம் இருக்கும். சட்டத்தின் மேலும் கீழும் கொக்கிகள் உள்ளன.

கப்பியை இரு விதமாக உபயோகப்படுத்தலாம். (1) நிலைக் கப்பி (fixed pulley); (2) இயங்கு கப்பி (movable pulley).

நிலைக் கப்பி :—படம் 120-இல் காட்டி யிருப்பது நிலைக் கப்பியாகும். கப்பியானது இடம் விட்டு இடம் மாருமல் உபயோகப்படுத்தப்பட்டால் அது நிலைக் கப்பியாகும்.

பரிசோதனை 19 :—ஒரு கப்பியைத் தாங்கிகளுக்குக் கிடைக்கோடாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் ஒரு சட்டத்தி லிருந்து தொங்கவிடு. அதன் பள்ளத்தில் ஒரு மெல்லிய கயிற்றை விட்டுக் கயிற்றின் ஒரு முனையில் 200 கிராம் தடையைத் (W) தொங்கவிடு. மறுமுனையில் எடை தெரிந்த ஒரு தட்டைக் கட்டி, அதன்மேல் தடையை மிகச் சிறிதளவு தூக்குவதற்கு வேண்டிய எடையை எடைப்பெட்டியிலிருந்து போடு. தட்டின் எடையும் அதன் மேலுள்ள எடையும் சேர்ந்து திறன் (P) ஆகும். திறன் 200 கிராமாக இருப் பதைக் கவனி. அதாவது, நிலைக் கப்பியில் எ.லா. 1 ஆகும்.

நிலைக் கப்பியானது, திறனின் திசையை மாற்றுவதற்குப் பயன்படுகிறது. கிணற்றிலிருந்து தண்ணீர் இழுக்க நிலைக் கப்பியில்லாமற் போனால், புவி-ஈர்ப்புக்கு எதிராகத் திறனை உபயோகப்படுத்த வேண்டும். இது மிகக் கஷ்டமானது. நிலைக் கப்பியைக் கொண்டு புவி-ஈர்ப்பின் திசையிலேயே திறனை உபயோகப்படுத்துவதால் தண்ணீர் எடுப்பது சுலபமாக இருக்கிறது.



படம் 121.

இயங்கு கப்பி:— படம் 121-ஐப் பார். அதில் 1 என்னும் கப்பி இடம் விட்டு இடம் மாறும்; அது இயங்கு கப்பியாகும். ஒரு மெல்லிய கயிற்றின் ஒரு முனை ஒரு கிடைக்கோடான சட்டத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. பிறகு, அது இயங்கு கப்பியின் பள்ளத்தின் வழியாகச் சென்று 2 என்னும் நிலைக் கப்பியின்மேல் செல்லுகிறது. கயிற்றின் மறு முனையில் திறன் (P) செலுத்தப்படுகிறது. தூக்கப்பட வேண்டிய எடை இயங்கு கப்பியிலிருந்து தொங்கவிடப்படுகிறது. கயிற்றின் பாகங்களெல்லாம் இணையாக இருக்கவேண்டும்.

திறன் (P) = தட்டின் எடை + தட்டின் மேலுள்ள எடை.

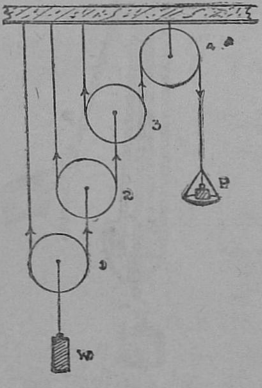
தடை (W) = தொங்கவிடப்பட்ட எடை + இயங்கு கப்பியின் எடை.

$$\text{எ. லா.} = \frac{\text{தடை}}{\text{திறன்}} = 2 \text{ என்று நிரூபிக்கலாம்.}$$

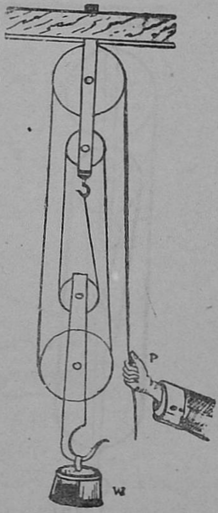
இவ்வாறு அனேக இயங்கு கப்பிகளை உபயோகப்படுத்தலாம். படம் 122-ஐப் பார். அதில் 3 இயங்கு கப்பிகள்

உள்ளன. பொதுவாக, எ. லா. = 2^n (சுமார்). n என்பது இயங்கு கப்பிகளின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கின்றது. இவ் வகையில் இயங்கு கப்பிகளை உபயோகப்படுத்தினுல் அது முதல் வகைக் கப்பித் அடுக்கு அல்லது தொகுதி) எனப்படும்.

படம் 123 இரண்டாம் வகைக் கப்பித் தொகுதியைக் காட்டுகின்றது. இவ்வகையில் இரண்டு கப்பித் தொகுதிகள் உள்ளன. ஒவ்வொன்றிலும் அனேக கப்பிகள் இருக்கின்றன. மேல் தொகுதி நிலைத் தொகுதியாகும். கீழ்த் தொகுதி இயங்கு தொகுதியாகும். ஒரு நீளமான நூல் மேல்-தொகுதியின் அடியில் கட்டப்பட்டு, பிறகு கீழ் மேலுள்ள கப்பிகளில் மாறிமாறி ஏற்றப்பட்டிருக்கிறது. கீழ்த்தொகுதி-யிலிருந்து எடை தொங்கவிடப்பட்டிருக்கிறது. நூலின் மறு முனையில் திறன் செலுத்தப்படுகிறது. நூலைக் கீழே இழுத்தால் எடை மேலே செல்லும்.



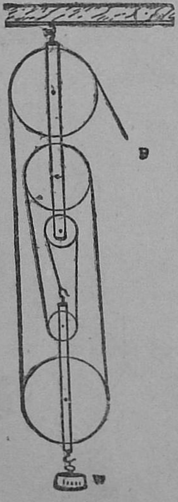
படம் 122.



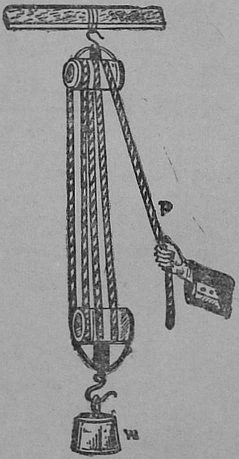
படம் 123.

இயங்கு தொகுதியின் எடையும் தொங்கவிடப்பட்டிருக்கும் எடையும் சேர்ந்து தடை (W) ஆகும். தட்டின் எடையும், அதன் மேலுள்ள எடையும் சேர்ந்து திறன் (P) ஆகும். எ. லா. $= \frac{W}{P} = 4$ என்று பரிசோதனையிலிருந்து அறியலாம். இழுவிசையின் (tension) அளவு, நூலின் எல்லாப் பாகங்களிலும் சமமாக இருக்கும்; இது நூலின் நுனியில் செலுத்தப்படும் திறனுக்குச் சமம். ஆகவே, $W = 4P$.

ஆகவே, இரண்டாம் வகைக் கப்பித் தொகுதியில் எ. லா. இரு தொகுதிகளிலுமுள்ள மொத்தக் கப்பிகளின் எண்ணிக்கையாகும்.



படம் 124.



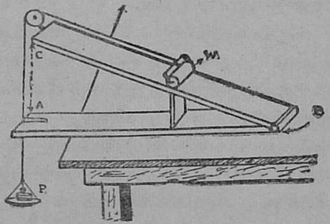
படம் 125.

124-ஆம் படம் இரண்டாம் வகைக் கப்பித் தொகுதியைச் சேர்ந்ததே. 125-ஆம் படம் இவ் வகையையே குறிக்கின்றது. ஆனால், இதில் கப்பிகள் ஒன்றின் கீழ் ஒன்றாக இருப்பதற்கு பதிலாக இணையாக இருக்கின்றன.

இரண்டாம் வகைத் தொகுதி எஞ்சினீயர்களுக்கு அதிக உபயோகமாகும். இவ் வகைக்கு (block and tackle) என்று பெயர் உண்டு. வீடு கட்டும்போது பெரிய பாரங்களைக் கீழிருந்து மேலே தூக்குவதற்கு இது பயன்படும்.

சாய்தளம் (inclined plane):—பீப்பாய்களை வண்டியில் ஏற்றுவதை நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். ஒரு பலகையையோ ஏணியையோ சாய்வாக வைத்துப் பீப்பாயைக் கீழிருந்து மேலே சுலபமாக உருட்டி வண்டியில் ஏற்றலாம். இப்பலகை சாய்தளத்திற்குச் சிறந்த உதாரணமாகும். படிக்கட்டுகள், ஏணி முதலியவை சாய்தளங்களே ஆகும்.

மாபெரும் கோபுரங்கள், கட்டிடங்கள் முதலியன சாய்தளத்தின் உதவியைக் கொண்டே கட்டப்பட்டன. ஒரு பளுவான பொருளைச் செங்குத்தாகத் தூக்குவதைவிடச் சாய்தளத்தின் மூலமாகத் தூக்குவது சுலபம். மலை இருப்புப் பாதைகள் வளைவாகப் போடப்பட்டிருக்கின்றன; இவை சாய்தளத்திற்கு உதாரணமாகும்.



படம் 126 (*a*). *சாய்தளக் கருவி.*

சாய்தளம் என்பது கிடைக்கோடான மட்டத்துடன் ஒரு கோணத்தில் சாய்ந்து அமைக்கப்பட்டிருக்கும் ஒரு

மட்டமாகும். இரண்டு மட்டங்களுக்கும் நடுவே உள்ள கோணம் சாய்கோணம் எனப்படும்.

படம் 126 (a)-இல் CB என்பது சாய்தளம். கிடைக் கோடாக உள்ள மட்டமாகிய AB என்பது பீடம் (base) எனப்படும். ∠ABC என்பது சாய்கோணம். CB என்ற கோடு சாய்தளத்தின் நீளம் (l); AB என்ற பீடத்திற்குச் செங்குத்தாக உள்ள AC என்னும் கோடு உயரம் (h) எனப்படும்.

பரிசோதனை 20 :—சாய்தளத்தின் எ. லா.-வைக் கண்டு பிடிக்க : சாய்தளக் கருவியை உபயோகப்படுத்தவேண்டும். இதில் இரு நீளமான செவ்வகப் பலகைகள் ஒரு கீலினால் இணைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. ஒரு மரக் கட்டையை சாய்வு பலகைக்கும் கிடைக்கோட்டுப் பலகைக்கும் நடுவில் வைத்துக் கோணத்தை மாற்றலாம். மேற்பலகையின் முனையில் ஒரு சிறிய கப்பி உள்ளது. ஒரு உருளையானது தடையாக உபயோகிக்கப்படும். உருளையில் ஒரு நூலைக் கட்டி கப்பியின் மேல் செலுத்தி, நூலின் மறு முனையில் எடை தெரிந்த தட்டைக் கட்டவேண்டும். உருளைக்கும் கப்பிக்கும் இடையே உள்ள நூலின் பாகம் சாய்தளத்திற்கு இணையாக இருக்கும்

உருளையின் எடையைக் கண்டுபிடி. இதுதான் தடை. அதைச் சாய்தளத்தின்மேல் வைத்து, உருளையானது சற்று மேல்நோக்கி வரும்வரையில் தட்டில் எடைகளைப் போடு. தட்டின் எடையும் அதன் மேலுள்ள எடையும் சேர்ந்து திறனாகும். பிறகு, உருளை சற்றுக் கீழ் நோக்கிச் செல்லும் வரையில் சிறிது சிறிதாகத் தட்டிலிருந்து எடையை எடுத்து இப்போது திறனைக் கணக்கிடு. இரண்டு திறன்களுக்கும் உள்ள சராசரியே தடையைச் சமன் செய்வதற்கு வேண்டிய திறனாகும். சாய்தளத்தின் நீளத்தையும், உயரத்தையும் அள. தடைக்கும் திறனுக்கும் உள்ள விகிதத்தை, நீளத்திற்கும் உயரத்திற்கும் உள்ள விகிதத்துடன் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால் இரண்டும் சமமாக இருக்கும்.

சாய்தளத்தின் உயரத்தைச் சிறிது சிறிதாக அதிகரித்து, சுமார் 6 முறை இச் சோதனையைச் செய். கிடைத்த அளவுகளைக் கீழ்க்கண்டபடி ஒரு அட்டவணையில் எழுது :

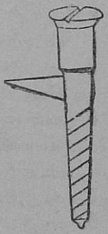
தடை	திறன்		சராசரி திறன்	$\frac{\text{தடை (W)}}{\text{திறன் (P)}}$	நீளம் l	உயரம் h	$\frac{l}{h}$
	உருளையை மேலிழுக்க	உருளை கீழ்ச் செல்ல					
1	2	3	4	5	6	7	8

இச் சோதனையிலிருந்து சாய்தளத்தின் எ. லா. $= \frac{W}{P} = \frac{l}{h}$ எனத் தெரியவரும். ஆகவே, சாய்தளத்தின்

$$\text{எ. லா.} = \frac{\text{சாய்தளத்தின் நீளம்}}{\text{சாய்தளத்தின் உயரம்}}.$$

ரெயில் பாதைகளில் ஆங்காங்கு சாய்வைக் (slope) காட்டும் பலகைகள் பொருத்தப்பட்டிருப்பதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். பலகையில் '1 in 200' என்று எழுதப்பட்டிருந்தால், 'தண்டவாளத்தின்மேல் 200 அடி சென்றால் பாதையின் உயரம் 1 அடி அதிகமாகும் அல்லது குறையும்' என்று அறியலாம்.

திருகு (screw) :—திருகின் தத்துவம் சாய்தளத்தின் தத்துவமே யாகும். ஒரு செங்கோண முக்கோணத்தைக் காகிதத்தில் கத்தரித்தெடுத்துக்கொண்டு, செங்கோணம் அடங்கிய பக்கங்களில் சிறியதை ஒரு ஆணியின் (அல்லது பென்சிலின்) அச்சுக்கு இணையாக வைத்துக் காகிதத்தை ஆணியின்மேல் சுற்றினால், முக்கோணத்தின் கர்ணம் சுருள்போல் அமைகின்றது. இச் சுருள் திருகுப் புரி (screw thread)



படம் 126 (b).

எனப்படும். சிறிய பக்கம் மிகச் சிறியதாக இருந்தால், திருகுப் புரிகள் அதிக அருகாமையிலிருக்கும். அடுத்தடுத்துள்ள இருபுரிகளுக்குள்ள தூரம் புரியிடைத் தூரம் (pitch) எனப்படும். இத் தூரம் குறையக் குறையத் திருக வேண்டியதற்கு உபயோகப்படுத்தப்படும் சக்தியும் குறையும்.

$$\text{திருகின் எ. லா.} = \frac{\text{திருகின் பரிதி}}{\text{திருகின் புரியிடைத் தூரம்.}}$$

ஆப்பு (wedge) என்பதின் தத்துவம் சாய்தளத்தின் தத்துவமே. ஆப்பைக்கொண்டு பெருங்கட்டைகள் உடைக்கப்படுவதை நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். நமது வாயிலுள்ள வெட்டும் பற்கள் ஆப்பைப் போன்றவையே.

புத்தகங்கள் முதலியவற்றை அமுக்குவதற்கு உபயோகிக்கும் திருகு அழுத்தி (screw press)யும், மோட்டார் போன்ற சாதனங்களின் சக்கரத்தைத் தூக்கப் பயன்படும் ஜாக்கும் (jack) திருகின் தத்துவத்தைக் கொண்டவையே.

அத்தியாயம் 1 — 5

கேள்விகள் :

1. அடிப்படை அலகுகள், வழி அலகுகள் — இவற்றை விளக்கு.
2. இடமாறு தோற்றப்பிழை என்றால் என்ன? இது ஏற்படாமல் எப்படிச் செய்வாய்?
3. அடர்த்தி, ஒப்பு அடர்த்தி—இவற்றை விளக்கு. இரண்டு திட்டங்களிலும் தண்ணீரின் அடர்த்தி யாது?
4. கண்ணாடி அடைப்பான், படிகாரத் துண்டு, தக்கை, மண்ணெண்ணெய்—இவற்றின் அடர்த்தியை எப்படிக் காண்பாய்?
5. காற்றின் அழுத்தத்தை எப்படிக் கண்டுபிடிப்பாய்?
6. பாதரச பாரமானியின் உயரம் 30″ என்றால் என்ன?
7. தண்ணீர்ப் பம்ப்பு, காற்றுப் பம்ப்பு, வடிகுழாய்—இவை வேலை செய்யும் விதத்தை விளக்கு.
8. சூரிய நாள், தனி-ஊசல் இவைகளை விளக்கு.

9. ஊசலின் நீளம் என்பது யாது?
10. ஊசலின் நீளத்தை எப்படிக் கண்டுபிடிப்பாய்?
11. ஊசலின் நீளத்திற்கும் காலத்திற்குமுள்ள சம்பந்தத்தைக் கூறு. இச் சம்பந்தத்தை எப்படிச் சோதிப்பாய்?
12. விநாடி ஊசல் என்றால் என்ன?
13. ஒரு பாத்திரத்தில் உள்ள திரவ மட்டத்திற்கு 10 செ. மீ.-க்குக் கீழாக உள்ள ஒரு புள்ளியில் திரவ அழுத்தம் எவ்வளவு (திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி 0·8)?
14. ஆழத்திற்குத் தக்கபடி திரவ அழுத்தம் அதிகரிக்கின்றது என்பதற்கு ஒரு பரிசோதனை கூறு.
15. இறுக்கு விசையையும் அழுத்தத்தையும் ஒப்பிடு.
16. பாஸ்கலின் விதி யாது? அதை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஒரு கருவியைக் கூறு. அக் கருவியின் உபயோகம் யாது?
17. U வடிவக் கருவியைக் கொண்டு ஒரு திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தியை எப்படிக் காண்பாய்?
18. ஆர்க்கிமிடீஸின் தத்துவத்தைக் கூறு.
19. ஆர்க்கிமிடீஸின் தத்துவத்தைப் பரிசோதிக்க ஒரு சோதனை கூறு. இத்தத்துவத்தைக் கொண்டு (அ) ஒரு திடப்பொருள் (ஆ) ஒரு திரவம் — இவைகளின் அடர்த்தியை எப்படிக் காண்பாய்?
20. ஒரு திடப்பொருளின் எடை 80 கிராம். தண்ணீரில் அதன் எடை 48 கிராம். ஒரு திரவத்தில் அதன் எடை 54·4 கிராம். (அ) திடப் பொருளின் பருமன், (ஆ) திடப் பொருளின் அடர்த்தி, (இ) திரவத்தின் அடர்த்தி — இவற்றைக் கண்டு-பிடி.
21. தக்கையின் அடர்த்தியைக் காண என்னென்ன அளவீடு-கள் எடுப்பாய்? எப்படிக் கணக்கிடுவாய்?
22. திடப்பொருள் எப்போது திரவத்தில் மிதக்கும்? எப்போது மூழ்கும்?
23. ஒரு பித்தளைத் துண்டு தண்ணீரில் மூழ்குகின்றது; அது பாதரசத்தில் மிதக்கின்றது. ஏன்?
24. ஒரு கண்ணாடித் துண்டு தண்ணீரில் மூழ்குகின்றது; கண்-ணாடியாலான முகவை தண்ணீரில் மிதக்கின்றது. ஏன்?

25. ஒரு திடப்பொருளின் எடை 50 கிராம். அதன் பருமன் 60 க. செ. மீ. (அ) அது தண்ணீரில் மூழ்குமா, மிதக்குமா? ஏன்? (ஆ) ஆல்கஹாலில் (ஒப்பு அடர்த்தி 0·81) மூழ்குமா, மிதக்குமா? ஏன்?
26. மிதப்பு விதியைக் கூறு.
27. மிதப்பு விதியை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஒரு திடப்பொருளின் ஒப்பு அடர்த்தியை எப்படிக் காண்பாய்?
28. ஒரு சோதனைக் குழாயைக் கொண்டு ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தியைக் காணும் முறையை விளக்கு.
29. சாதாரண ஹைடிரோமீட்டர், பால்மானி — இவற்றின் படம் வரைந்து, அவற்றின் உபயோகங்களைக் கூறு.
30. விமானத்தின் முக்கிய பாகங்களைக் கூறி, ஒவ்வொரு பாகத்தின் உபயோகத்தையும் கூறு.
31. விமானத்தின் தத்துவத்தை விளக்கு.
32. (அ) நெம்புகோலின் தத்துவம், (ஆ) அதன் வகைகள், (இ) ஒவ்வொரு வகைக்கும் இரண்டு உதாரணங்கள், (ஈ) ஒவ்வொரு வகையின் எ. லா. ஆகியவற்றைக் கூறு.
33. சக்கரமும் - இருசும்—என்னும் கருவியின் படம் வரை. அதன் எ. லா. யாது? அதை அடிப்படையாகக் கொண்ட மூன்று கருவிகளைக் கூறு.
34. ஒரு கப்பியை எத்தனை விதமாக உபயோகப்படுத்தலாம்?
35. நிலைக் கப்பியின் எ. லா. யாது? அதன் உபயோகத்தைக் கூறு.
36. இயங்கு கப்பியின் இருவகைகளைப் படம் போட்டு விளக்கு. ஒவ்வொன்றிலும் எ. லா. யாது?
37. சாய்தளம் என்பது என்ன? அதற்கு இரு உதாரணங்கள் கொடு.
38. சாய்வு என்றால் என்ன? சாய்வு '1 in 15' என்பதை விளக்கு.
39. திருகின் தத்துவம் யாது? புரியிடைத் தூரம் என்றால் என்ன?
40. திருகின் எந்திர லாபம் என்ன? திருகின் தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்ட சில கருவிகளைக் கூறு.

அத்தியாயம் 6

வெப்பம்

வெப்பம் என்பது நாம் அனுபவத்தால் அறியக்கூடிய ஒரு உணர்ச்சியாகும். கோடைக் காலத்தில் நம்மால் வெப்பத்தைத் தாங்க முடிவதில்லை. குளிர் காலங்களில் வெப்பம் மிகக் குறைவாக இருக்கின்றது. பகலில் சூரிய வெப்பம் அதிகம்; இரவில் வெப்பம் குறைவு. அடுப்புக்கு அருகில் நின்றால் வெப்பம் அதிகமாக உள்ளது; தூரத்தில் நின்றால் வெப்பம் குறைவுபடுகிறது. மிகக் குறைவான வெப்பத்தைக் குளிர்ச்சி என்கிறோம். இவ்வித உணர்ச்சி மாறுபாடுகளுக்குக் காரணமாக இருக்கும் ஒருவித சக்திக்கு வெப்பம் (heat) என்று பெயர்.

பானைத் தண்ணீர் குளிர்ச்சியானது; வெந்நீர் சூடானது. அதாவது, பானைத் தண்ணீர் குறைந்த உஷ்ண நிலையிலும், வெந்நீர் உயர்ந்த உஷ்ண நிலையிலும் உள்ளன. உஷ்ண நிலையை உஷ்ணமானி (thermometer) யைக் கொண்டு அறிகிறோம். தண்ணீரையும் வெந்நீரையும் கலந்தால், தண்ணீரின் உஷ்ணநிலை அதிகரித்தும், வெந்நீரின் உஷ்ணநிலை குறைந்தும், இரண்டும் சம உஷ்ண நிலையை அடையும். ஒரே பொருள் வெப்பமாகஇருப்பதோ, குளிர்ந்திருப்பதோ, இதினின்றும் வெப்பம் இதை அடுத்திருக்கும் பொருளுக்குச் செல்லவோ, அல்லது, அப் பொருளினின்றும் இப் பொருள் வெப்பத்தைப் பெறவோ உள்ள நிலையைப் பொறுத்தது; இந் நிலைக்குத்தான் உஷ்ணநிலை (temperature) என்று பெயர். இரண்டு பொருள்கள் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்திருந்தும் வெப்ப மாற்றம் ஏற்படாவிட்டால், இரண்டும் சம உஷ்ண நிலையில் இருக்கின்றன எனக் கருதவேண்டும்.

வெப்பம் என்பதும், உஷ்ணநிலை என்பதும் வெவ்வேறாகும். ஒரு முகவையும், ஒரு பேசினும் ஒரே உஷ்ண

நிலையிலுள்ள (50° ச.) தண்ணீரால் நிரப்பப்பட்டிருக்கின்றன என்று வைத்துக்கொள்வோம். உஷ்ணநிலை ஒன்றாக இருந்தாலும், பேசின் தண்ணீரில், முகவையிலுள்ள தண்ணீரைவிட வெப்பம் அதிகம்; முகவையிலுள்ள தண்ணீரை நம் மேல் ஊற்றினால் உண்டாகும் உஷ்ண உணர்ச்சியைவிட பேசின் தண்ணீர் நம்மேல் ஊற்றப்பட்டால் உஷ்ண உணர்ச்சி (வெப்பம்) அதிகமாக இருக்கும்.

பழுக்கக் காய்ச்சப்பட்ட ஒரு இரும்புக் கம்பியின் உஷ்ணநிலை ஒரு பாத்திரத்தில் உள்ள அதே எடை வெந்நீரின் உஷ்ண நிலையைவிட அதிகம்; ஆனால், வெந்நீரின் வெப்ப அளவு, இரும்புக் கம்பியின் வெப்ப அளவைவிட அதிகம். இதை அறிவதற்கு ஒரே அளவும் உஷ்ணநிலையும் உள்ள குளிர்ந்த தண்ணீரை ஒரே அளவுள்ளதும், ஒரே உலோகத்தால் செய்யப்பட்டதுமான இரண்டு பாத்திரங்களில் வார்த்து, கம்பியை ஒரு பாத்திரத்திற்கும், வெந்நீரை மற்றொரு பாத்திரத்திற்கும் மாற்றினால், இரண்டாம் பாத்திரத்தில் முதல் பாத்திரத்தைவிட உஷ்ணநிலை அதிகமாக இருக்கும். ஏனென்றால், வெந்நீரானது இரும்புக் கம்பியைவிட அதிக வெப்பஅளவைத் தண்ணீருக்குக் கொடுக்கின்றது.

ஒரு பொருளின் உள்ள வெப்ப அளவு அதன் எடை, உஷ்ண நிலை, தன்மை ஆகிய மூன்று விஷயங்களைப் பொறுத்ததாகும்.

அத்தியாயம் 7

பொருள்களின் பெருக்கம்

(Expansion of bodies)

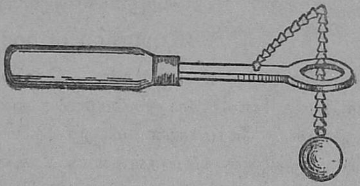
வெப்பத்தின் பயன்கள் :—வெப்பமானது ஒரு பொருளில் அனேக மாறுதல்களை உண்டாக்கும். குளிர்ச்சி அதற்கு நேர்மாறான மாறுதல்களை உண்டாக்கும். (1) வெப்பத்தினால் பொருள்களின் உஷ்ணநிலை அதிகரிக்கும்; குளிர்ச்சியினால் குறையும். (2) வெப்பத்தினால் பொருள்களின் நிலை மாறும். திடப் பொருளாகிய பனிக்கட்டி வெப்பத்தினால் திரவப் பொருளாகிய தண்ணீராக மாறுகிறது. தண்ணீர், வெப்பத்தினால் வாயுப் பொருளாகிய நீராவியாக மாறும். ஆகவே, வெப்பம் திட நிலையைத் திரவ நிலையாகவும் வாயு நிலையாகவும் மாற்றும். குளிர்ச்சி நேர்மாறான மாறுதலை உண்டாக்கும். (3) வெப்பத்தினால் பெருக்கம் (விரிவு-expansion) ஏற்படுகின்றது. இதைப்பற்றி விரிவாகப் பின்னர் படிப்போம். வெப்பத்தினால் இரசாயன மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன. இம் மாறுதல்களைப்பற்றி நான்காம் படிவத்தில் படித்ததை ஞாபகப்படுத்திக் கொள்ளுங்கள்.

பொருள்களின் பெருக்கம்

திடப்பொருள்கள் வெப்பத்தினால் நீளத்திலும், பரப்பிலும், பருமனிலும் பெருக்கம் அடைகின்றன. திரவ, வாயுப் பொருள்கள் பருமனில் மட்டிலும் விரிவடைகின்றன.

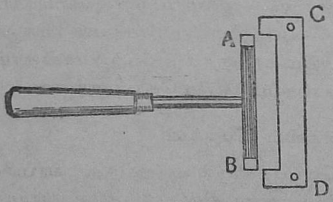
பரிசோதனை 21 :—திடப்பொருளின் பெருக்கம் : 127-ஆம் படத்தில் காட்டியுள்ள கோளம்-வளையக் கருவியை எடுத்துக்கொள். இக்கருவியில் உலோகத்தினால் செய்யப்பட்ட ஒரு கோளமும், அதே உலோகத்தினால் செய்யப்பட்ட ஒரு வளையமும் உள்ளன. சாதாரண உஷ்ணநிலையில் கோளமானது பொருத்தமாக வளையத்தின் வழியாகச் செல்லும். குண்டைச் சிறிது நேரம் ஸ்பிரிட்டு-விளக்கினால் காய்ச்சு. இப்போது அது வளையத்தின் வழியாகச் செல்ல

முடியவில்லை; அதன்மேல் உட்கார்ந்து விடுகிறது. குண்டின்மேல் தண்ணீர் ஊற்று. அது மறுபடியும் வளையத்தின் வழியாகச் செல்லுகிறது. ஆகவே, உஷ்ணத்தினல் திடப் பொருள் விரிவடைகின்றது என்றும், குளிர்ச்சியினுல் அது சுருக்கம் (contraction) அடைகிறதென்றும் அறிகிறோம்.



படம் 127.

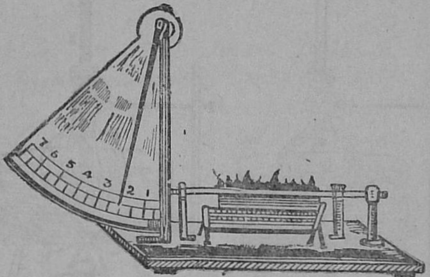
பரிசோதனை 22:—AB என்பது (படம் 128) கைப்பிடியுள்ள ஒரு உலோகச் சட்டம். சாதாரண உஷ்ணநிலையில் அது CD என்ற சட்டத்திலுள்ள பள்ளத்தில் சரியாகப் பொருந்தும். கைப்பிடிச் சட்டத்தை உஷ்ணப்படுத்து. இப்போது அது பள்ளத்தில் பொருந்தாது. அதனுல், வெப்பத்தினுல் அதன் நீளம் அதிகரிக்கின்றது என அறிகிறோம். சட்டம் குளிர்ந்தால் பள்ளத்தில் பொருந்தும்.



படம் 128.

பரிசோதனை 23:—படம் 129 பெருவெப்பமானி (pyrometer) என்னும் கருவியைக் குறிக்கின்றது. இக்கருவியில் ஒரு உலோகக் கம்பி ஒரு முனையில் மாத்திரம் கிடைக்கோடாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். மறு முனையானது ஒரு ஸ்கேலின்மேல் நகரக்கூடிய ஒரு குறி முள்ளைத் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும். ஆரம்பத்தில் குறி முள் சூன்யக் குறியிலிருக்கும்.

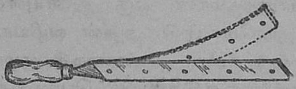
ஒரு நீண்ட அகலில் ஸ்பிரிட்டை ஊற்றி அதைக் கம்பியின் கீழ் வைத்து ஸ்பிரிட்டைப் பற்ற வை. குறி முள் நகருவதைப் பார். கம்பி நீளுவதால் பொருத்தப்படாத கம்பியின் முனை, குறி முள்ளைத் தள்ளுகிறது. உஷ்ணப்



படம் 129.

படுத்துவதை நிறுத்தினால் கம்பி சுருங்கி, குறி முள் பழைய நிலையை அடைகிறது.

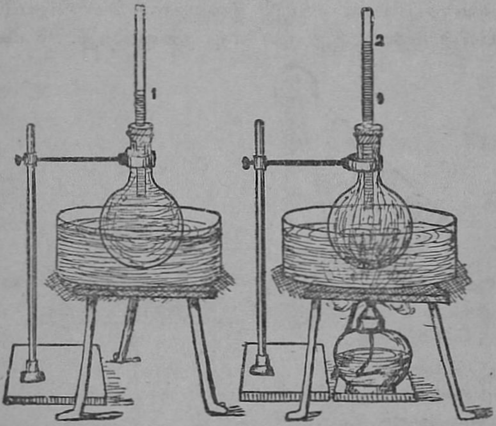
பரிசோதனை 24 :—வெவ்வேறு திடப் பொருள்கள் வெவ்வேறு அளவில் விரிவடையும். இதை நிரூபிக்கப் படம் 130-இல் காட்டிய பித்தளை இரும்பு இணைச் சட்டம் (compound bar) என்ற கருவியை எடுத்துக்கொள். இக்கருவியில் பித்தளையினாலும் இரும்பினாலும் செய்யப்பட்ட ஒரே நீள, அகல, கனமுள்ள இரண்டு தகடுகள் ரிவெட்டுகளால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.



படம் 130.

இக் கருவியைச் சூடேற்று. இது வளைகின்றது. பித்தளை வளைவின் வெளிப்புறத்திலும், இரும்பு உட்புறத்திலும் இருக்கின்றன. ஆகவே, பித்தளை இரும்பைக்காட்டிலும் அதிகமாக விரிவடைகின்றது என்று அறிகிறோம்.

பரிசோதனை 25 :—திரவங்களின் பெருக்கம் : ஒரு கண்ணாடிக் குடுவையைச் சிவப்பு மை கலந்த தண்ணீரால்



படம் 131.

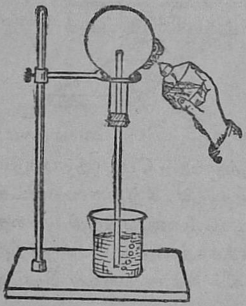
நிரப்பு. குடுவைக்குப் பொருத்தமான ஒரு துளையுள்ள ரப்பர் அடைப்பானை எடுத்துக்கொண்டு அதன் வழியாக இருபக்கமும் திறந்துள்ள ஒரு நீண்ட கண்ணாடிக் குழாயைச் செலுத்து. அடைப்பானைக் குடுவையில் பொருத்து. திரவம் குழாயில் சிறிது ஏறும். திரவ மட்டத்தைக் குறித்துக்கொள் (படம் 131).

குடுவையை முக்காலியின் மேலுள்ள கம்பி வலையின் மேல் வைத்துத் தாங்கியினால் செங்குத்தாகப் பொருத்தி, ஸ்பிரிட்டு-விளக்கினால் உஷ்ணப்படுத்து. (அல்லது குடுவையைச் சுடுநீருள்ள ஒரு பேசினில் வை.) திரவ மட்டம் சிறிது கீழே இறங்கி, பிறகு ஏறுகின்றது. முதலில் குடுவை விரிவடைவதால் திரவ மட்டம் இறங்குகின்றது. பிறகு திரவம் குடுவையைவிட அதிகமாகப் பெருக்கமடைவதால், மட்டம்

ஏறுகிறது. ஆகவே, உஷ்ணத்தினுல் திரவம் விரிவடைகிறது என்றும், திரவப் பொருள் திடப்பொருளைவிட அதிகம் விரிவடைகிறது என்றும் தெரிந்து கொள்ளுகிறோம்.

உஷ்ணப்படுத்துவதை நிறுத்தினுல் திரவ மட்டம் மெதுவாக இறங்குகிறது.

மேற்சொன்ன பரிசோதனையை ஸ்பிரிட்டு, கர்ப்பூரத்தைலம் இவற்றைக்கொண்டு செய்தால், ஸ்பிரிட்டு, கர்ப்பூரத் தைலத்தைவிட அதிகமாகவும், கர்ப்பூரத் தைலம் தண்ணீரைவிட அதிகமாகவும் பெருக்கமடைகின்றன என்று நிரூபிக்கலாம்.



படம் 132.

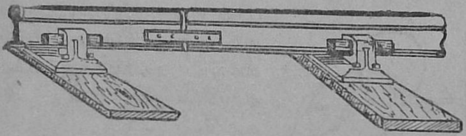
பரிசோதனை 26 :— வாயுக்களின் பெருக்கம் : ஒரு உருண்டைக் குடுவையை எடுத்துக் கொண்டு அதை ஒரு துளையுள்ள அடைப்பானுல் பொருத்தி, அதன் வழியாக இரு பக்கமும் திறந்துள்ள ஒரு நீண்ட கண்ணுடிக் குழாயைச் செலுத்து. (படம்132).

குடுவையை ஒரு தாங்கியின் வளையத்தில் தலைகீழாகப் பொருத்து. குழாயின் அடிமுனையை ஒரு முகவையிலுள்ள தண்ணீரிலிருக்கும்படி செய். குடுவையை உஷ்ணப்படுத்து.

தண்ணீரின் வழியாகக் காற்றுக் குமிழிகள் வெளிவருவதைப் பார். வெப்பத்தினுல் குடுவையிலுள்ள காற்று பெருக்கமடைகின்றது. உஷ்ணப்படுத்துவதை நிறுத்து. குழாயின் வழியாகத் தண்ணீர் ஏறுகிறது. குடுவையிலுள்ள காற்றானது சுருங்கி அதன் அழுத்தம் குறைவதாலும், வெளிக்காற்றின் அழுத்தத்தாலும் தண்ணீர் ஏறுகிறது எனத் தெரிகிறது.

பெருக்கத்திஞல் உண்டாகும் விளைவுகள்

(1) இரண்டு ரெயில் தண்டவாளங்களுக்கு இடையில் சிறிது இடம் விடப்பட்டிருக்கிறது. ஏனென்றல் உஷ்ணத்திஞல் தண்டவாளங்கள் விரிவடையும்போது இடம் இல்லாவிட்டால் அவை வளைந்துவிடும். அடுத்தடுத்த தண்டவாளங்கள் செவ்வக வடிவமான துவாரங்களில் (slots) செல்லும் ஆணிகளால் பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன (படம் 133).



படம் 133.

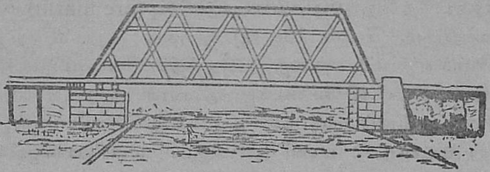
(2) வண்டிச் சக்கரங்களுக்குப் பொருத்தப்படும் இரும்புக் கட்டின் சுற்றளவு சக்கரத்தின் சுற்றளவைவிடச் சற்று சிறியதாயிருக்கும். கட்டை உஷ்ணப்படுத்தி அதை விரிவடையச்செய்து அதனுள் சக்கரத்தைப் பொருத்தித் தண்ணீர் வார்த்தால், கட்டு சுருங்கிச் சக்கரத்தைக் கெட்டியாகப் பிடித்துக்கொள்ளும்.

(3) உஷ்ணமான கண்ணுடிச் சிமினியின்மேல் தண்ணீர்த்துளி விழுந்தால் சிமினி உடைகின்றது. ஏனென்றல், தண்ணீர் விழுந்த இடம் மட்டும் திடீரென்று சுருங்குவதால் அது உடைகிறது.

(4) ஒரு சீசாவின் கண்ணுடி அடைப்பானை எடுக்க முடியாவிட்டால், கழுத்தைச் சிறிது உஷ்ணப்படுத்திச் சுலபமாக அடைப்பானை எடுத்து விடலாம்.

(5) வெப்பத்திஞல் திடப்பொருள்கள் பெருக்கமடைவதால், இரும்புப் பாலங்களின் ஒரு முனை பொருத்தப்பட்டும், மற்றெரு முனை பொருத்தப்படாமல் உருளைகளின்மேல் வைக்கப்பட்டும் இருக்கின்றன (படம் 134).

(6) வெவ்வேறு பொருள்கள் வெவ்வேறு அளவில் பெருக்கும் என்பதை அடிப்படையாகக்கொண்டு ஈடு செய்த ஊசல் (compensated pendulum) என்னும் கருவி அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. கோடைக்காலங்களில் ஊசலின் நீளம்



படம் 134.

அதிகரிப்பதால் அது குறைவான மணியையும், குளிர்காலங்களில் நீளம் குறைவதால் அதிகமான மணியையும் கடிகாரம் காட்டும்; இக்குறையைத் தீர்க்கச் சிறந்த கடிகாரங்களில் ஈடுசெய்த ஊசல் இருக்கும்.

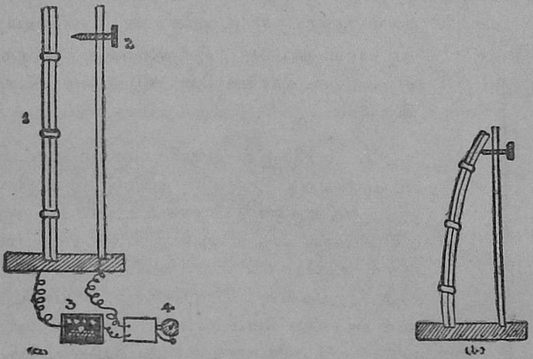
படம் 135.

படம் 135-இல் ஒருவித ஊசல் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. ஊசலின் தண்டு இரும்பினாலும், அதன் குண்டு பாதரசம் உள்ள கண்ணாடிச் சிலிண்டராலும் ஆனது. இரும்பு எவ்வளவு கீழ்நோக்கி வியாபிக்கின்றதோ பாதரசம் அவ்வளவு மேல்நோக்கி வியாபிப்பதால் ஊசலின் நீளம் மாறாது. ஆகவே, அது எப்போதும் சரியான மணியையே காட்டும்.

மற்றொரு வகை ஊசலின் குண்டு எஃகு, பித்தளைக் கம்பிகளைக் கொண்ட அமைப்பில் பொருத்தியிருக்கும். எஃகு கீழ் நோக்கி வியாபிக்கும் அளவும், பித்தளை மேல்நோக்கி வியாபிக்கும் அளவும் சரியாக இருக்குமாதலால், ஊசலின் நீளம் மாறாது.

நிக்கல் எஃகு சேர்ந்த கலப்பு உலோகம் (இன்வார்—Invar) உஷ்ணத்தினால் அதிக மாறுதலடையாது. ஆகவே, இன்வார் ஈடு செய்து ஊசல் செய்யப் பயன்படும்.

(7) மேற்சொன்ன தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டதே நெருப்பு அபாய அறிவிப்பு (fire alarm) என்னும் கருவியாகும். படம் 136 (a) இதைக் குறிக்கின்றது. தீ அபாயம் ஏற்பட்டால் சுற்றுப்புறத்தில் வெப்பம் அதிகரித்து, இணைச் சட்டம் விரிவடைந்து வளையும். அது 136 (b) படத்தில் காட்டியிருப்பதுபோல் திருகைத் தொடுவதால், மின்சுற்று மூடப்பட்டு மணி அடிக்கும். மணியானது வாயில் காப்போனருகிலாவது அல்லதுவேறு சௌகரியமான இடத்திலாவது வைக்கப்பட்டிருக்கும். மணி அடித்ததும் தீவிபத்து



படம் 136. (*a*)
உஷ்ணத்திற்கு முன்
1. பித்தளை-இரும்பு இணைச்சட்டம்.
2. திருகு. 3. பாட்டரி.
4. மின்சாரமணி.

படம் 136. (*b*)
உஷ்ணத்திற்குப்பின்

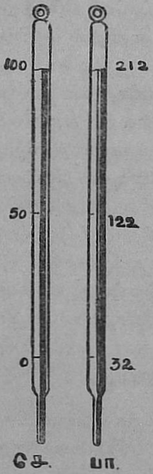
ஏற்பட்டிருக்கிறதென்று தெரிந்துகொண்டு அதை அணைப்பதற்கு வேண்டிய ஏற்பாடுகள் உடனே கவனிக்கப்படும்.

அத்தியாயம் 8

உஷ்ண நிலை

பொருள்களின் உஷ்ண நிலையை அறிய உதவும் கருவி உஷ்ணமானியாகும். உஷ்ண நிலையை நாம் பொருளைத் தொட்டு அறிய முடியாது.

பரிசோதனை 27:—அ, ஆ, இ என்ற மூன்று பாத்திரங்களை எடுத்துக்கொண்டு முதல் பாத்திரத்தில் சுடு நீரும், இரண்டாம் பாத்திரத்தில் மித வெப்பத் தண்ணீரும், மூன்றும் பாத்திரத்தில் குளிர்ந்த தண்ணீரும் எடுத்துக்கொள். இடது கையை அ.-வில் வைத்துப் பிறகு ஆ.-வில் வை. மிதவெப்பத் தண்ணீர் குளிர்ச்சியாகத் தோன்றுகிறது. வலது கையை இ.-இல் வைத்துவிட்டுப் பிறகு ஆ.-வில் வை. மிதவெப்பத் தண்ணீர் உஷ்ணமாகத் தோன்றுகிறது. அதாவது, ஒரே தண்ணீர் குளிர்ச்சியாகவும், உஷ்ணமாகவும் தோன்றுகிறது. ஏனென்றால், கைகளின் முந்திய உணர்ச்சிக்குத் தகுந்ததுபோல உஷ்ண உணர்ச்சி மாறுபடுகிறது.



படம் 137.

ஆகவே, உஷ்ண நிலையை அளக்க உஷ்ண மானியைப்போல் ஒரு கருவி அவசியம்.

உஷ்ணமானி

உஷ்ணமானியானது 'திரவப் பொருள் வெப்பத்தினால் பெருக்கும்' என்ற தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்ட கருவியாகும்.

உஷ்ணமானியில் ஒரு பல்பும் (அதாவது குமிழும்), அதிலிருந்து செல்லும் ஒரு நீண்டதும், குறைவான குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பை உடையதுமான ஒரு

குழாயும் உள்ளன. குழாயின் முனை மூடப்பட்டிருக்கிறது. பல்பும் அதற்குமேல் குழாயில் சிறிது பாகமும் பாதரசத்தால் நிரப்பப்பட்டிருக்கின்றன. பாதரசத்திற்கு மேல் வெற்றிடம் உள்ளது. குழாயின் கண்ணாடி மூடிமேல் டிகிரி கோடுகள் வரையப்பட்டிருக்கின்றன.

ஒரு பொருளின் உஷ்ண நிலையை அறிய உஷ்ணமானி அந்தப் பொருளைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்படியாக வைக்கவேண்டும். திரவமாக இருந்தால் அதனுள் உஷ்ண-மானியை வைத்து, உஷ்ணமானியால் திரவத்தைக் கலக்க வேண்டும். பாதரசக் கம்பம் உயரும் அல்லது இறங்கும். கம்பம் மாருத நிலைக்கு வந்ததும் ரசமட்டத்திற்கு நேராக-வுள்ள அளவீடே பொருளின் உஷ்ண நிலையாகும்.

உஷ்ணமானியில் பாதரசத்தை உபயோகிப்பதற்கு அனேக காரணங்கள் உண்டு. (1) பாதரசம் எளிதில் வெப்பம் கடத்தி (good conductor of heat) யாகும். ஆகவே, அது பொருளின் உஷ்ண நிலைக்கு வெகு சீக்கிரத்தில் வரும். (2) பாதரசம் ஒரே சீராகப் பெருகும் அல்லது சுருங்கும். (3) அதன் வெப்ப-எண் (specific heat) மிகவும் குறைவு. அதாவது, அதை உஷ்ணப்படுத்த வேண்டிய வெப்பம், மிகவும் குறைவானது. ஆகவே, பொருளின் உஷ்ணநிலை மிக மிகச் சிறிதளவுதான் குறைவாக இருக்கும். (4) அதன் உறைநிலை (freezing point) மிகத் தாழ்ந்தும் (—40° ச.), கொதிநிலை மிக உயர்ந்தும் (350° ச.) இருப்பது மிகவும் அனுகூலமானது. (5) அது சுத்தமாக எளிதில் கிடைக்கும். (6) அது கண்ணாடியில் ஒட்டாது. (7) அதன் பளபளப்புத் தன்மையினல் அதை நன்ருகப் பார்க்க முடியும்.

ஆனல், —40° ச. உஷ்ணநிலைக்குக் கீழாக உள்ள மிகக் குளிர்ச்சியான இடங்களுக்கு இது உபயோகமாகாது. சாராயத்தின் உறைநிலை —130° ச. ஆக இருப்பதால், அத்-திரவம் உள்ள உஷ்ணமானி மிகக் குளிர்ச்சியான இடங்-

களுக்குப் பயன்படும். சாராயம் சுலபமாய்க் கண்ணுக்குப் புலப்படாததலால், அதனுடன் நிறப்பொருளைச் சேர்ப்பார்கள். மேலும், சாராயம் கண்ணுடியில் ஒட்டும். பாதரசத்தைப்போல அது அவ்வளவு எளிதில் வெப்பங்கடத்தியல்ல. அதன் கொதிநிலையும் மிகவும் தாழ்ந்தது. (சுமார் 78°ச.)

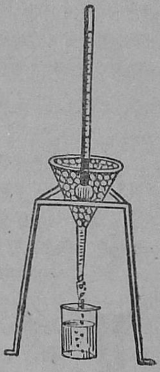
உஷ்ணமானியைச் செய்தல்

(1) உஷ்ணமானிக் குழாயைத் தயாரித்தல்:—ஒரே சீரான துவாரத்தையுடைய நீண்ட தந்துகிக் (capillary) கண்ணுடிக்குழாயை எடுத்துக்கொண்டு, அதன் அடியை அதிக உஷ்ணநிலையுள்ள சுடரினல் பல்பாகச் செய்ய வேண்டும். மேல்முனையில் ரப்பர் குழாயின் மூலம் ஒரு புனலைச் சேர்த்து அதில் சுத்தமான பாதரசத்தை வார். குழாயின் துவாரம் மிகக் குறுகியதாகையால், ரசம் உள்ளிறங்காது. பல்பை உஷ்ணப்படுத்தினல், உள்ளே இருக்கும் காற்று பெருகிப் பாதரசத்தின் வழியாக குமிழிகளாக வெளிச் செல்லும். அப்போது பல்பைக் குளிரச் செய்தால், வெளிக்காற்றின் அழுத்தத்தினல் பாதரசம் சிறிது குழாயினுள் இறங்கும். இப்படிப் பலமுறை செய்து பல்பையும் அதற்குமேல் குழாயின் சிறிது பாகத்தையும் பாதரசத்தால் நிரப்பு. பிறகு பல்பை அதிகமாக உஷ்ணப்படுத்தினல் பாதரசம் குழாய் முழுவதும் பெருகிக் காற்றை எல்லாம் போக்கிவிடும். இப்போது ரப்பர் குழாய்க்குச் சிறிது கீழாகக் குழாயை அதிக வெப்பச் சுடரினல் மூடிவிடவேண்டும். குழாயைப் பலநாள் வைத்துவிடவேண்டும். பிறகு குழாயில் டிகிரி அளவீடுகள் வரையவேண்டும்.

படம் 138.

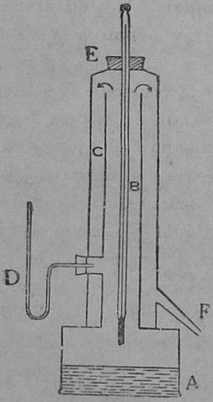
பல்பு, கோள வடிவமாகவோ, சிலிண்டர் வடிவமாகவோ இருக்கலாம்.

(2) திட்ட வரைகளைக் குறித்தல் :—டிகிரி அளவீடுகள் வரைவதற்கு இரண்டு திட்டமான உஷ்ணநிலைகள் அவசியம். ஒரு உஷ்ணநிலை தாழ்ந்ததாகவும், மற்றொன்று உயர்ந்ததாகவு மிருந்தால், அவற்றைக் குழாயின்மேல் வரைந்துகொண்டு அவற்றுக்கு நடுவேயுள்ள பாகத்தைச் சமபாகங்களாகப் பிரிக்கலாம். இத்திட்டமான உஷ்ண நிலைகள் திட்ட வரைகள் (fixed points) எனப்படும். பனிக்கட்டியின் உருகு நிலை கீழ்த் திட்ட வரை (lower fixed point) யாகும். காற்றின் சாதாரண அழுத்தத்தில் (76 செ. மீ.) சுத்தத் தண்ணீரின் கொதிநிலை மேல் திட்ட வரை (higher fixed point) யாகும்.



படம் 139.

பரிசோதனை 28 :—கீழ்த் திட்ட வரை : முன் தயார்செய்த உஷ்ணமானியின் பல்பும், குழாயின் சிறிது பாகமும் சுத்தமான பனிக்கட்டித் துண்டுகளுக்குள் இருக்கும்படி வை (படம் 139). பாதரசக் கம்பம் குளிர்ச்சினால் கீழிறங்கி ஒரு ஸ்திரமான நிலைக்கு வந்துவிடும். சுமார் 5 நிமிடங்களாவது அதே நிலையில் இருத்தல் அவசியம். பிறகு ரச மட்டத்திற்கு நேராகக் குழாயின்மேல் அரத்தால் ஒரு கோடு கீறு. இதுதான் கீழ்த் திட்ட வரையாகும்.



படம் 140.

மேல் திட்ட வரை :—இதற்கு ஹிப்ஸோமீட்டர் (hypsometer) என்னும் கருவியை உபயோகப் படுத்த வேண்டும் (படம் 140). A என்பது ஹிப்ஸோமீட்டரின் அடிப் பாத்திரம்.

அதில் தண்ணீர் இருக்கிறது. F என்பது நீராவி வெளிச் செல்லும் வழி. D என்பது காற்றின் அழுத்தத்தை அறிய உதவும் அழுத்தமானி. B என்பது உஷ்ணமானி. இதன் பல்பு தண்ணீர் மட்டத்திற்கு மேலே இருக்க வேண்டும். ஏனென்ருல், தண்ணீர் சுத்தமானது என்று திட்டமாகக் கூறமுடியாது.

தண்ணீரை உஷ்ணப்படுத்தினல் அது கொதித்து நீராவியாக வெளிவரும். பாதரசம் உயர்ந்து கொண்டே சென்று, ஒரு திட்டநிலேயில் சுமார் 5 நிமிடமாவது நின்ற பின், ரசமட்டத்திற்கு நேராகக் குழாயின்மேல் அரத்தால் ஒரு கோடு கீரவேண்டும். காற்றின் அழுத்தம் 76 செ. மீ. இருந்தால், இவ்வளவீடு தண்ணீரின் சரியான கொதி நிலேயைக் குறிக்கும்.

(3) டிகிரி அளவீடுகளே வரைதல் :—இரண்டு திட்டவரை-களுக்கும் நடுவே உள்ள தூரத்தைச் சமபாகங்களாகப் பிரித்தால், ஒவ்வொரு பாகத்திற்கும் டிகிரி என்று பெயர்.

இடையேயுள்ள தூரம் மூன்று விதமாகப் பிரிக்கப்பட்-டிருக்கின்றது.

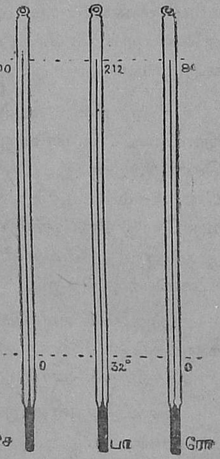
தசாம்ச உஷ்ணமானியில் (Centigrade thermometer) கீழ்த் திட்ட வரை 0° (0 டிகிரி) என்றும், மேல் திட்டவரை 100° என்றும் குறிக்கப்பட்டு, இடையேயுள்ள தூரம் 100 சமபாகங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. ஒவ்வொரு பாகமும் சதம டிகிரி (Centigrade degree —ச.) எனப்படும்.

பாரன்ஹைட்டு உஷ்ணமானியில் கீழ், மேல் திட்டவரைகள் முறையே 32°, 212° என்று குறிக்கப்பட்டு இடையே-யுள்ள தூரம் 180 சமபாகங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. ஒவ்வொரு பாகமும் பாரன்ஹைட்டு டிகிரி (Farenheit degree—பா.) எனப்படும்.

ரோமர் உஷ்ணமானியில் கீழ், மேல் திட்ட வரைகள் முறையே 0°, 80° என்று குறிக்கப்பட்டு இடையேயுள்ள

தூரம் 80 சமபாகங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. ஒவ்வொரு பாகமும் ரோமர் டிகிரி (Reaumer degree—ரோ.) எனப்படும்.

மேற்கூறப்பட்ட மூன்று உஷ்ண அளவைகளில் (scales of temperature) முதல் அளவை-தான் பெரும்பாலும் விஞ்ஞான பரிசோதனைகளில் உபயோகப் படுத்தப்படுகிறது. பாரன்-ஹைட்டு உஷ்ண அளவை விசேஷ உஷ்ணமானிகளில் (special thermometers) உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. மூன்ருவது உப-யோகத்திலில்லை.



படம் 141.

அளவைகளை மாற்றுதல் :— (1) சதம அளவையில் 100 சமபாகங்-கள் = பாரன்ஹைட்டு அளவையில் 180 சமபாகங்கள் :

ஆகவே, 1 ச. பாகம் $= \frac{180}{100}$ அல்லது $\frac{9}{5}$ பா. பாகம்.

x ச. பாகம் $= \frac{9x}{5}$ பா. பாகம்.

ஆனல் ச. அளவையில் சூனியக் குறிக்குச் சரியாகப் பா. அளவையில் 32 என்னும் குறியுள்ளது.

ஆகையால், x° ச. $= \left(\frac{9x}{5}+32\right)^\circ$ பா.

(2) பா. அளவையில் y°-க்குச் சரியான ச. டிகிரியைக் காணவேண்டும் என்று வைத்துக் கொள்வோம்.

பா. அளவையில் 32°-க்குச் சரியாக ச. அளவையில் 0° இருப்பதால், $(y-32)$ பா. பாகங்களுக்கு எவ்வளவு ச. பாகங்கள் சமம் என்று கண்டு பிடிக்கவேண்டும்.

180 பா. பாகங்கள் = 100 ச. பாகங்கள்.

$(y-32)$ பா. ,, $=\frac{100}{180}\times(y-32)^\circ$ ச. ,,

,, $=\frac{5}{9}\times(y-32)^\circ$ ச. ,,

ஆகவே, y° பா. $=\frac{5}{9}\times(y-32)^\circ$ ச. ,,

(3) 30° ச. அளவையைப் பா. அளவையாகவும், 131° பா. அளவையைச் ச. அளவையாகவும் மாற்று.

30° ச. $=(30\times\frac{9}{5}+32)^\circ$ பா. = 86° பா.

131° பா. $=(131-32)^\circ\times\frac{5}{9}$ ச. = 55° ச.

(4)—40° ச. அளவையைப் பா. அளவையாக மாற்று:

—40° ச. $=(-40\times\frac{9}{5}+32)^\circ$ பா. = —40° பா.

விசேஷ உஷ்ணமானிகள்

ஜுரமானி (clinical thermometer):— இது மனித உடலின் உஷ்ணநிலையை அறிய உபயோகமாகும். இது பாரன்ஹைட்டு அளவையில் குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. (1) நமது சாதாரண உஷ்ண நிலை 98·4° பா. ஆக இருப்பதால், அசௌக்கிமாக இருந்தாலும் நமது உஷ்ணநிலை 95° பா.-க்குக் கீழாகவும், 106° பா.-க்கு மேலாகவும் இருக்க முடியாததாலும், இதில் 95° பா. முதல் 110° பா. வரையில் தான் அளவுகள் குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. 98·4°-க்கு நேராகத் தனிக்குறியுள்ளது. (2) ஜுரமானியில் பல்புக்குச் சிறிது மேலாகத் தந்துகிக் குழாயில் மிகக் குறுகிய வளைவு (constriction) உளது. சாதாரண உஷ்ணமானியில் இது இல்லை. ஜுரமானியை நோயாளியின் வாயில் அல்லது அக்குளில் சில வினாடிகள் வைத்தால் பாதரசம் பெருகிக் குழாயில் ஏறும். கருவியை எடுத்துவிட்டாலும் ரசம் தானுகவே குழாயிலிருந்து பல்புக்குச் செல்லாது. ஏனென்றால், குழாயினடியில் குறுகியவளைவு இருக்கின்றது. சாவகாசமாய்

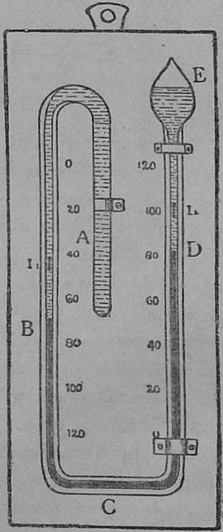
நாம் நோயாளியின் உஷ்ணநிலையை அறியலாம். பிறகு கருவியைச் சில முறை குலுக்கினால் குழாயி-லுள்ள பாதரசம் பல்பை அடையும்.

(3) மேலும், சாதாரண உஷ்ணமானிக் குழாயை விட ஜுரமானிக் குழாய் மிகக் குறைவான குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பை உடையது. ஆகவே, ஒவ்வொரு டிகிரியும் ஐந்து சமபாகங்களாகப் பிரிக்கப் பட்டிருக்கிறது.

(4) ஜுரமானியின் மேல்மூடி லென்ஸ் கண்ணாடியால் ஆனது. ஆகவே பாதரசக் கம்பமும், அளவுகளும் மிகத் தெளிவாயும் பெரியனவாயும் புலப்படும்.

படம் 142. ஜுர மானி.

சிக்ஸின் உச்ச, நீச உஷ்ணமானி (Six's maximum and minimum thermometer) :—இது சிக்ஸ் என்பவரால் அமைக்கப்பட்ட கருவி. ஒரு நாளில் உச்ச, நீச உஷ்ண நிலைகளைக் காண இக்கருவி பயன்படும். இக்-கருவியில் U வடிவமான ஒரு குழாயும், அதன் ஒரு முனையில் A என்ற நீண்ட குழாயும், மறுமுனையில் E என்ற பல்பும் உள்ளன. BCD என்ற பாகத்தில் பாதரசமும், B-க்கு மேலாகவும் D-க்கு மேலாகவும் ஆல்கஹாலும் இருக்கின்றன. ஆனால், E என்ற பல்பில் சிறிது பாகம் காலியாக உள்ளது. பாதரச



படம் 143.
சிக்ஸின் உஷ்ணமானி.

மட்டங்களுக்குமேல் குறி-காட்டிகள் (indexes) இருக்கின்றன. இவை எஃகினுல் செய்யப்பட்டவை. இவற்றின் முனைகளில் வில்கள் (springs) இருக்கின்றன. வில்கள் கண்ணுடியைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும். இக் கருவி ஒரு பலகையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. அதன்மேல் பா. அளவையில் இரு பக்கமும் டிகிரிகள் குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

காற்றின் உஷ்ண நிலை அதிகரிக்கும்போது A குழாயிலுள்ள ஆல்கஹால் பெருகி, B என்னும் ரசமட்டத்தைக் கீழே தள்ளும். D என்னும் ரசமட்டம் உயரும். அப்போது ரசம் அதற்கு மேலுள்ள குறி-காட்டியைத் தள்ளிக்கொண்டு உயரும். (E என்னும் பல்பினுள் ஆல்கஹால் பெருகுவதற்கு இடம் உள்ளதால் அது பெருகும்போது பாதரசத்தை அழுத்தாது.) உஷ்ணநிலை குறையும்போது A குழாயிலுள்ள ஆல்கஹால் சுருங்கும். B என்னும் ரச மட்டம் ஏறும்; D என்னும் மட்டம் இறங்கும். D-க்கு மேலுள்ள குறி-காட்டி உச்ச உஷ்ணநிலையில் நின்றுவிடும். B மட்டம் ஏறும்போது அதற்கு மேலுள்ள குறி-காட்டி ரசத்தால் மேலே தள்ளப்படும். இரவில் மிகக் குறைந்த உஷ்ணநிலை வந்தபின் உஷ்ணநிலை மாறும்போது மறுபடியும் B என்னும் ரச மட்டம் ஆல்கஹால் பெருகுவதால் இறங்கும். இப்போது B-க்கு மேலுள்ள குறி-காட்டி நீச உஷ்ணநிலையில் நின்றுவிடும்.

மறுநாள் காலையில் குறி-காட்டிகளின் கீழ் முனைகளுக்கு நேராகவுள்ள டிகிரி அளவுகளைப் பார்க்கவேண்டும். அவை முந்திய நாளின் உச்ச, நீச உஷ்ணநிலைகளைக் குறிக்கும். பிறகு ஒரு காந்தத்தின் உதவியால் குறி-காட்டிகளைப் பாதரச மட்டங்களைத் தொடும்படி இறக்கவேண்டும்.

பல்பு உள்ள பக்கத்தில் அளவீடுகள் கீழிருந்து மேலும், குழாய்ப் பக்கத்தில் மேலிருந்து கீழும் வரையப்பட்டிருப்-

பதைக் கவனி. 1957-ஆம் வருடம் ஏப்ரல் மாதம் முதல், இந்தியாவில் ஒரு நாளின் உச்ச, நீச உஷ்ண நிலைகள் சதாம்ச டிகிரியில் அளக்கப்படுகின்றன.

கலிலியோ (Galileo) என்னும் விஞ்ஞானி (1564—1642) முதன் முதலில் உஷ்ணமானியைச் செய்தார். இவர் உஷ்ணமானியில் காற்றுப் பெருகி, அல்லது சுருங்கி, உஷ்ண நிலையைக் காட்டியது (படம் 132). 1630-ஆம் ஆண்டில் ஜீன் ரீ (Jean Rey) என்பவர் தண்ணீரை உஷ்ணமானித் திரவமாக உபயோகித்தார் (படம் 131). பிறகு தண்ணீருக்குப் பதிலாக ஆல்கஹால் உபயோகப் படுத்தப்பட்டுக் குழாயின் மேல்-முனை மூடப்பட்டது. ஆனால், உஷ்ண அளவைகள் இல்லை. பிறகுதான் திட்ட வரைகள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டன.

அத்தியாயம் 9

வெப்ப அளவு

ஏனைய பௌதிக அளவுகளைப் போலவே, வெப்ப அளவை அளக்க ஒரு அலகு (unit) அவசியம். ஒரு கிராம் சுத்தத் தண்ணீரை 1° ச. உயர்த்துவதற்கு எவ்வளவு வெப்பம் வேண்டுமோ அவ்வெப்ப அளவே வெப்ப அலகு (unit of heat) அளவாகும். இவ்வெப்ப அளவிற்கு ஒரு கலோரி (calorie) என்று பெயர். 10 கிராம் தண்ணீரை 30° ச.-விலிருந்து 35°ச.-விற்கு உயர்த்த 10×5 அதாவது 50 கலோரி வேண்டும். பொதுவாக, m கிராம் தண்ணீரை t_1° ச.-விலிருந்து t_2° ச.-விற்கு உயர்த்த, $m\ (t_2 - t_1)$ கலோரி வேண்டும் (அதாவது உட்கவரப்படும்). m கிராம் தண்ணீரின் உஷ்ணநிலை t_2° ச.-விலிருந்து t_1° ச.-விற்குக் குறைந்தால், $m\ (t_2 - t_1)$ கலோரி உஷ்ண அளவை அது வெளிவிடும் (அதாவது இழக்கும்).

வெப்ப-எண் (specific heat) :—ஒரு பொருளின் ஒரு கிராம் எடையை 1° ச.-உயர்த்துவதற்கு வேண்டிய வெப்ப அளவிற்கும், அதே எடை தண்ணீரின் உஷ்ண நிலையை 1° ச. உயர்த்துவதற்கு வேண்டிய வெப்ப அளவிற்கும் உள்ள விகிதம் அப்பொருளின் வெப்ப-எண் எனப்படும்.

ஒரு பொருளின் வெப்ப-எண் 0·2 என வைத்துக் கொள்வோம். 1 கிராம் தண்ணீரை 1° ச. உயர்த்த 1 கலோரி வேண்டும். ஆகவே, 0·2 வெப்ப-எண் உள்ள பொருளின் 1 கிராம் எடையை 1° ச. உயர்த்த $0·2 \times 1$ அதாவது 0·2 கலோரி வேண்டும்.

ஒரு பொருளின் வெப்ப-எண் s எனவும், அதன் எடை m கிராம் எனவும் கொள்வோம். அதை t_1° ச.-விலிருந்து t_2° ச.-விற்கு உயர்த்த வேண்டுமானால். $ms \times (t_2 - t_1)$ கலோரி வேண்டும். அப்பொருளின் உஷ்ணநிலை t_2° ச.-விலிருந்து t_1° ச.-விற்கு இறங்கினால், அது $ms \times (t_2 - t_1)$ கலோரியை இழக்கும்.

வெப்ப-ஏற்புத்திறன் (thermal capacity) :—ஒரு பொருளின் உஷ்ணநிலையை 1° ச. உயர்த்துவதற்கு வேண்டிய வெப்ப அளவு அப்பொருளின் வெப்ப-ஏற்புத்திறன் (அல்லது வெப்பம்-கொள்-திரன்) எனப்படும்.

ஒரு பொருளின் எடை m கிராம் என்றும், அதன் வெப்ப-எண் s என்றும் வைத்துக்கொண்டால், அதன் வெப்ப-ஏற்புத்திறன் ms கலோரி ஆகும்.

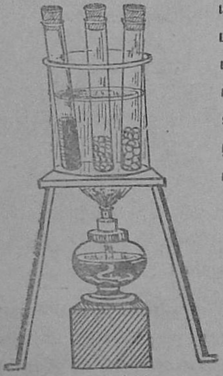
பரிசோதனை 29 :—வெவ்வேறு பொருள்கள் வெவ்வேறு வெப்ப - ஏற்புத்திறன் உடையன என்று நிரூபிக்க: மூன்று சோதனைக் குழாய்களில் சம எடையுள்ள (சுமார் 10 கிராம்) ஈயக்குண்டுகள், தாமிர ஆணிகள், கற்பூரத்தைலம் இவற்றைத் தனித்தனியே எடுத்துக்கொள். அவற்றை ஒரு முகவையிலுள்ள தண்ணீரில் வை. முகவையை முக்காலி-

யின் மேலுள்ள கம்பி வலையின்மேல், வைத்து, ஸ்பிரிட்டு-விளக்கினால் உஷ்ணப்படுத்து (படம் 144-ஐப் பார்).

ஒரே அளவுள்ளதும், ஒரே உலோகத்தினால் செய்யப்பட்டதுமான மூன்று பாத்திரங்களில் ஒரே எடையுள்ள (சுமார் 30 கிராம்) தண்ணீரை எடுத்துக்கொண்டு உஷ்ண நிலையைக் குறித்துக்கொள். எல்லா உஷ்ணநிலைகளும் ஒன்றாகவே இருக்கும்.

முகவையிலுள்ள தண்ணீர் சுமார் 10 நிமிடம் கொதிக்கட்டும். இப்போது சோதனைக் குழாய்களிலுள்ள பொருள்கள் தண்ணீரின் கொதிநிலையை அடைந்திருக்கும். முதலில் ஈயக்குண்டுகளைத் தாமதமின்றித் தண்ணீருள்ள ஒரு உலோகப் பாத்திரத்திற்கு மாற்றி, கலக்கி, அக்கலவையின் உஷ்ணநிலையைக் குறி.

இம்மாதிரியே தாமிரத்தையும், கர்ப்பூரத் தைலத்தையும், மற்றப் பாத்திரங்களுக்கு மாற்று. ஒவ்வொன்றிலும் கலவையின் உஷ்ணநிலையைக் குறி. உஷ்ண நிலைகள் வெவ்வேறு அளவுக்கு உயர்ந்திருப்பதைக் கவனி. கர்ப்பூரத் தைலம் மிக அதிகமாகவும், ஈயம் மிகக் குறைவாகவும் உஷ்ண நிலையை உயர்த்துகின்றன. ஆகவே, இம்மூன்று பொருள்களில் கர்ப்பூரத்தைலத்தின் வெப்ப-ஏற்புத்திறன் அதிகம் என்றும், ஈயத்தின் வெப்ப-ஏற்புத்திறன் குறைவு என்றும் தெரிகிறது.



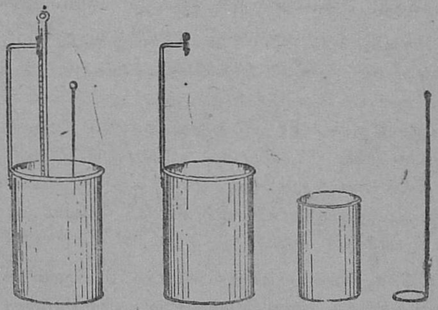
படம் 144.

தண்ணீரின் வெப்ப-ஏற்புத்திறன் மற்ற எல்லாப் பொருள்களின் வெப்ப-ஏற்புத்திறன்களையும் விட அதிகம்.

வெப்ப-எண்ணைக் காண

வெப்ப - எண்ணைக் காண, கலோரி மீட்டர் (calori-meter) என்னும் கருவியை உபயோகப்படுத்த வேண்டும்.

இக் கருவி உலோகத்தினல் செய்யப்பட்ட ஒரு பாத்திரமாகும். இப் பாத்திரம் ஒரு வெளிப் பாத்திரத்திலுள்ள கம்பளியில் வைக்கப்பட்டிருக்கும். வெளிப் பாத்திரத்திற்கு ஒரு கைப்பிடி உள்ளது. கலோரி-மீட்டரில் அதே உலோகத்தினல் செய்யப்பட்ட ஒரு கலக்கும் கோல் (stirrer) இருக்கிறது. கலோரி-மீட்டரின் வெளிப்புறமும் வெளிப் பாத்திரத்தின் உட்புறமும் பளபளப்பாக இருக்கும் (படம் 145).



படம் 145.

பாத்திரங்கள் பளபளப்பாக இருந்தால், 'வெப்பக் கதிர் வீசல்' (radiation of heat) என்னும் முறையால் பாத்திரத்திலுள்ள பொருள் உஷ்ணத்தை இழக்காது. கலோரி மீட்டர் கம்பளியில் வைக்கப்பட்டிருப்பதால் 'வெப்பம் கடத்தல்' (cnduction of heat) என்னும் முறையால் உஷ்ண நஷ்டம் ஏற்படாது.

வெப்ப-எண்ணைக் காணும் பரிசோதனையில் உஷ்ண நிலை அதிகமாக உள்ள பொருள் உஷ்ணநிலை குறைவாக

உள்ள பொருளுடன் கலக்கப்படுகிறது. முதலாவது, பொருள் தனது வெப்பத்தில் ஒரு அளவை இரண்டாம் பொருளுக்குக் கொடுப்பதால், முதல் பொருளின் உஷ்ண-நிலை குறைந்தும், இரண்டாம் பொருளின் உஷ்ணநிலை அதிகரித்தும், இரு பொருள்களும் ஒரே உஷ்ணநிலையை அடையும். ஆகவே, உஷ்ணநிலை அதிகமுள்ள பொருள் இழக்கும் வெப்ப அளவானது, உஷ்ணநிலை குறைவாக உள்ள பொருள் உட்கவரும் வெப்ப அளவிற்குச் சமம். இதுவே, இப்பரிசோதனையின் தத்துவமாகும். சுருங்கச் சொல்லின்,

உட்கவரும் வெப்ப அளவு = இழக்கும் வெப்ப அளவு.

பரிசோதனை 30 :—திடப்பொருளின் (அலுமினியம்) வெப்ப-எண்ணைக் காண : ஒரு தாமிரக் கலோரி மீட்டரைக் கலக்கும் கோலுடன் எடைபோடு (45 கிராம்). அதில் சுமார் மூன்றி-லொரு பாகம் தண்ணீர் எடுத்துக்கொண்டு அதன் எடை-யைக் கண்டுபிடி (77 கிராம்). கலோரி மீட்டரை வெளிப் பாத்திரத்தில் வைத்துத் தண்ணீரில் ஒரு உஷ்ணமானியை வைத்து, அதைக் கைப்பிடியிற் கட்டு. தண்ணீரின் உஷ்ண நிலையைப் பார் (30° ச.).

ஒரு சோதனைக் குழாயில் சுமார் 10 கிராம் அலுமினி-யத் துண்டுகளைச் சாக்கிரதையாகப் போட்டுக் குழாயி-லுள்ள துண்டுகள் முழுவதும் தண்ணீரில் இருக்கும்படி சோதனைக் குழாயைத் தண்ணீருள்ள ஒரு முகவையில் வை. முகவையை முக்காலியின் மேலுள்ள கம்பி வலையின்-மேல் வைத்துச் சோதனைக் குழாயில் ஒரு உஷ்ணமானியை வை. குழாயை ஒரு தாங்கியால் செங்குத்தாகப் பொருத்தி, முகவையை உஷ்ணப்படுத்து. தண்ணீர் கொதிக்க ஆரம்-பித்து 5 நிமிடத்துக்குப் பிறகு, அலுமினியத்தின் உஷ்ண நிலையைச் சரியாகக் குறித்துக்கொள் (100° ச.). சோத-னைக் குழாயிலுள்ள அலுமினியத் துண்டுகளைத் தாமத-மின்றிக் கலோரி மீட்டருக்கு மாற்றித் தண்ணீரைக் கலக்கி

கலவையின் உஷ்ணநிலையைக் குறி (33·5°ச.). குளிர்ந்தபின் கலோரி மீட்டர், தண்ணீர், திடப்பொருள் இவற்றின் மொத்த எடையைப் பார் (86 கிராம்).

கணக்கிடுதல் :—கலோரி மீட்டரின் எடை = 45 கிராம்.

தண்ணீரின் எடை = 77 கி. – 45 கி. = 32 கிராம்.

அலுமினியத்தின் எடை = 86 கி. – 77 கி. = 9 கிராம்.

உஷ்ண நிலையின் உயர்வு = 33·5°ச. – 30°ச. = 3·5°ச.

,, ,, தாழ்வு = 100°ச. – 33·5°ச. = 66·5° ச.

தாமிரத்தின் வெப்ப-எண் = 0·1.

அலுமினியத்தின் வெப்ப-எண்ணை s என்போம்.

உட்கவரும் வெப்ப அளவு

கலோரி மீட்டர் உட்கவருவது 45 × 3·5 × ·1 க.
= 15·75 கலோரி.

தண்ணீர் ,, 32 × 3·5 க. = 112 கலோரி.

மொத்தம் ,, 127·75 ,,

இழக்கும் வெப்ப அளவு

அலுமினியம் இழப்பது 9 × 66·5 × s க. = 598·5 s கலோரி.

$$598{\cdot}5\, s = 127{\cdot}75$$

$$s = \frac{127{\cdot}75}{598{\cdot}5} = 0{\cdot}21$$

அலுமினியத்தின் வெப்ப-எண் = 0·21.

ஒரு திரவத்தின் வெப்ப-எண்ணைக் கண்டுபிடிக்கும் சோதனையில் பின்வரும் விஷயங்களைக் கவனிக்க வேண்டும் :— (1) கலோரி மீட்டரில் திரவத்தை (சுமார் மூன்றில் ஒரு பாகம்) எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும். (2) திரவத்திற்கும் தண்ணீருக்கும் இரசாயனக் கிரியை இல்லாவிட்டால், தண்ணீரை ஒரு திட்ட அளவிற்கு உஷ்ணப்படுத்தித் திரவத்துடன் கலக்கலாம். (உதாரணம் : கர்ப்பூரத் தைலம்.) (3) திரவத்திற்கும் (ஸ்பிரிட்டு), தண்ணீருக்கும்

இரசாயனக் கிரியை உண்டாகுமானால், தண்ணீரை அதனுடன் கலக்கக்கூடாது. திரவத்துடன் இரசாயனக் கிரியை இல்லாததும், வெப்ப-எண் தெரிந்ததுமான ஒரு திடப் பொருளை ஒரு திட்ட அளவிற்கு உஷ்ணப்படுத்தித் திரவத்துடன் கலக்கலாம். சாதாரணமாகத் தாமிரம் (வெப்ப-எண் 0·1), அலுமினியம் (வெப்ப-எண் 0·22), கண்ணாடி (வெப்ப-எண் 0·16) இவற்றை உபயோகப்படுத்தலாம்.

பின்வரும் கணக்கிலிருந்து திரவத்தின் வெப்ப-எண்ணைக் காணும் பரிசோதனையைத் தெரிந்துகொள்ளலாம். தாமிரக் கலோரி மீட்டரின் எடை......... = 45 கிராம்

" + திரவத்தின் எடை = 80 "

" + " + அலுமினியத் துண்டுகளின் எடை = 94·5 கி.

திரவத்தின் உஷ்ணநிலை = 30° ச.

அலுமினியத்தின் " = 100° ச.

கலவையின் " = 40° ச.

தாமிரத்தின் வெப்ப-எண் = 0·1

அலுமினியத்தின் " = 0·22.

திரவத்தின் " = s என்போம்.

உஷ்ணநிலையின் உயர்வு = 40 ச. − 30 ச. = 10° ச.

" தாழ்வு = 100 ச. − 40 ச. = 60° ச.

உட்கவரும் வெப்ப அளவு

கலோரி மீட்டர் உட்கவருவது = 45 × ·1 × 10 = 45 க.

திரவம் " = (80 − 45)s × 10 க. = 350s க.

அலுமினியம் இழப்பது (94·5 − 80) × ·22 × 60 க. = 191·4 கலோரி

$$45 + 350s = 191.4$$

$$350s = 146.4$$

$$s = \frac{146.4}{350} = .42.$$

கணக்குகள் :— (1) 30°ச. உஷ்ணநிலையுள்ள 40 கிராம் தண்ணீர் 60°ச. உஷ்ணநிலையுள்ள 70 கிராம் தண்ணீருடன் கலக்கப்பட்டால், கலவையின் உஷ்ணநிலை என்ன ?

கலவையின் உஷ்ணநிலை t° ச. என்போம்.

40 கிராம் தண்ணீர் உட்கவருவது $40\ (t-30)$ கலோரி

70 ,, ,, இழப்பது $70\ (60-t)$,,

$$40\ (t-30)=70\ (60-t)$$

$$40\ t-1200=4200-70t$$

$$110t=5400$$

$$t=\frac{5400}{110}=49{\cdot}1$$

கலவையின் உஷ்ணநிலை $=49{\cdot}1^{\circ}$ ச.

(2) 32° ச. உஷ்ணநிலையுள்ள 30 கிராம் தண்ணீருடன் 100° ச. உஷ்ணநிலையுள்ள 20 கிராம் தாமிரத் துண்டுகள் கலக்கப்பட்டால், கலவையின் உஷ்ணநிலை யாது? (தாமிரத்தின் வெப்ப-எண் $=0{\cdot}1$).

கலவையின் உஷ்ணநிலை t° ச. என்போம்.

30 கிராம் தண்ணீர் உட்கவருவது $30\ (t-32)$ கலோரி

20 கிராம் தாமிரம் இழப்பது $20\ (100-t)\times{\cdot}1$ கலோரி

$$\therefore 30\ (t-32)=20\ (100-t)\times{\cdot}1$$

$$30t-960=200-2t$$

$$32t=1160$$

$$t=\tfrac{1160}{32}=36{\cdot}25$$

கலவையின் உஷ்நிலை $=36{\cdot}25^{\circ}$ ச.

அத்தியாயம் 10

பொருள்களின் நிலைமாற்றம் (Change of State)

திடப்பொருள் திரவமாக மாறுதல்

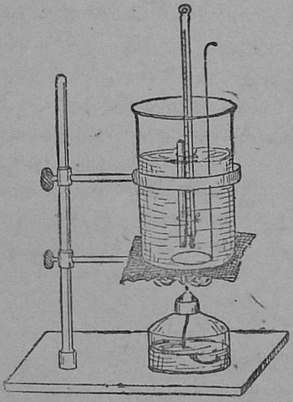
ஏழாம் அத்தியாயத்தில் வெப்பத்தினால் பொருள்களில் நிலைமாற்றம் ஏற்படுகிறது என்று படித்தோம். திடப் பொருளாகிய பனிக்கட்டி வெப்பத்தினால் திரவப்பொருளாகி தண்ணீராகவும், தண்ணீரை உஷ்ணப்படுத்தினால் அது வாயு ரூபமாகிய நீராவியாகவும் மாறுகிறதென்று தெரிந்து கொண்டோம். இவ்வத்தியாயத்தில் இத்தகைய மாறுதல்களைப் பற்றி விவரமாகப் படிப்போம்.

திடப்பொருள் திரவப்பொருளாக மாறுதல் உறுகுதல் (melting or liquefaction) எனப்படும். எவ்வுஷ்ணநிலையில் ஒரு திடப்பொருள் திரவப்பொருளாக மாற ஆரம்பிக்கின்றதோ அவ்வுஷ்ணநிலை உருகுநிலை (melting point) எனப்படும்.

பரிசோதனை 31:—ஒரு முகவையில் பனிக்கட்டித்துண்டுகளைப்போட்டு, ஒரு உஷ்ணமானியை அதன் பல்பானது துண்டுகளுக்குள் இருக்கும்படியாக ஒரு தாங்கியினால் பொருத்து. உஷ்ணமானி 0°ச.-வைக் குறிக்கின்றது. முகவையை உஷ்ணப்படுத்து. பனிக்கட்டி முழுவதும் உருகித் தண்ணீராக மாறும் வரையில் உஷ்ணநிலை 0°ச.-விலேயே இருப்பதைக் கவனி. இப்போது கொடுக்கப்படும் வெப்பம் திடப்பொருளைத் திரவமாக மாற்றப் பயன்படுவதால், உஷ்ணமானி இவ் வெப்பத்தைக் காட்ட முடியவில்லை. அதாவது, இவ்வெப்பம் உஷ்ணமானிக்குள் மறைந்திருக்கிறது என்று கூறலாம். இவ்வெப்பத்திற்கு உருகுதலின் உள்ளுறை வெப்பம் (latent heat of fusion) என்று பெயர். திடப்பொருள் முழுவதும் திரவமாக மாறினபிறகு உஷ்ணநிலை ஏறும்.

பரிசோதனை 32 :—நாப்தலினின் (napthaline) உருகுநிலையைக் காண : ஒரு முனை திறந்தும், மறுமுனை மூடிய கூர் நுனி-

யாகவும் உள்ள ஒரு தந்துகிக் குழாயை எடுத்துக் கொள். அதனுள் நாப்தலின் உருண்டையைச் சீவிக் கிடைத்த மிக சன்னமான துண்டுகளைப் போடு. அதனுடன் ஒரு உஷ்ணமானியைக் கட்டி, குழாயை ஒரு முகவையிலுள்ள தண்ணீரில் வைத்து உஷ்ணமானியை ஒரு தாங்கியினுல் செங்குத்தாகப் பொருத்து; நாப்தலின் உள்ள பாகம் மாத்திரம் தண்ணீரில் இருந்தால் போதும். முகவையை உஷ்ணப்படுத்து. குழாயின் அடியிலுள்ள திடப்பொருள் உருக ஆரம்பித்ததும் உஷ்ணநிலையைக் குறி. திடப்பொருள் முழுவதும் உருகினதும் உஷ்ணப் படுத்துவதை நிறுத்து. திரவ நாப்தலின் மேல் மட்டத்தில் திடப்பொருளாக மாறின்தும் உஷ்ணநிலையைக் குறி. இரண்டு உஷ்ண நிலைகளின் சராசரியே நாப்தலினின் உருகு நிலையாகும். இரண்டு உஷ்ண நிலைகளும் மிகச் சிறிதே வித்தியாசப்படும்.

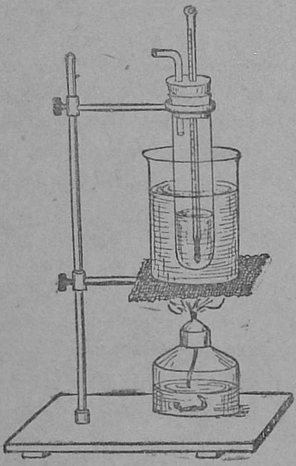


படம் 146.

இம் முறையின் தத்துவங்களாவன :—(1) உருகுதலின் உஷ்ணநிலையும் அதே திடப்பொருளின் திரவம் திடப்பொருளாக மாறும் உஷ்ண நிலையும் சமம். (2) நாப்தலின் திடப்பொருளாக இருக்கும்போது அது ஒளி புகாப் (opaque) பொருளாகும். திரவமாக இருக்கும்போது அது ஒளி புகும் (transparent) பொருளாகும்.

பரிசோதனை 33 :—ஒரு சோதனைக் குழாயில் சுமார் பாதியளவு சீவின நாப்தலின் துண்டுகளைப் போட்டுக் குழா-

யில் இரு துவாரமுள்ள அடைப்பானைப் பொருத்து. ஒரு துவாரத்தின் வழியாக ஒரு உஷ்ணமானியையும், மற்றொரு துவாரத்தின் வழியாக ஒரு வளை குழாயையும் செலுத்து. (இரண்டாவது துவாரம் திறந்திருந்தாலும் போதுமானது.) சோதனைக் குழாயை 147-ஆம் படத்தில் காண்பித்துள்ளபடி ஒருநீர்த்தொட்டியில் (water bath) உஷ்ணப் படுத்து. திடப்பொருள் முழுவதும் உருகி உஷ்ணநிலை சுமார் 10° ஏறினதும் உஷ்ணப்படுத்துவதை நிறுத்து. குழாயை வெளியிலெடுத்துக் காற்றோட்டமில்லாத இடத்தில் வை. ஒரு நிறுத்து கடிகாரத்தை (stop watch) உபயோகப்படுத்தி அரை நிமிடத்திற்கு ஒரு முறை உஷ்ண நிலையைக் குறி. உஷ்ணநிலை குறைந்து கொண்டே வந்து, ஒரு நிலைக்கு வந்ததும் வெகு நேரம் மாருமலிருந்து மறுபடியும் குறைய ஆரம்பிக்கும். வெகுநேரம் மாருதிருக்கும் உஷ்ணநிலையில் திரவ நாப்தலின் திடப்பொருளாக மாறுகின்றது. அதாவது, இவ்வுஷ்ணநிலையே நாப்தலினின் உருகு நிலையாகும்.


படம் 147.

உருகுதலின் விதிகள் :—1. ஒவ்வொரு திடப் பொருளும் ஒரு குறிப்பிட்ட உஷ்ண நிலையில்தான் உருக ஆரம்பிக்கும். 2. வெவ்வேறு திடப்பொருள்களின் உருகுநிலைகள் வெவ்வேருகும். 3. ஒரு திடப்பொருள் உருகும்போது சாதாரணமாக அதன் கன அளவு அதிகமாகும். 4. வேற்றுப்

பொருள்களுடன் சேர்ந்தால் உருகுநிலை குறையும். உதாரணமாக பனிக்கட்டியுடன் உப்பைக் கலந்தால் உருகுநிலை குறைகிறது.

சாதாரணமாக திடப்பொருள் திரவமாக மாறும்போது பருமன் அதிகரிக்கும். ஆனல், பனிக்கட்டியும், வார்ப்பிரும்பும் (cast iron), பித்தளையும் உருகும்போது பருமன் குறையும். தண்ணீர் பனிக்கட்டியாக மாறும்போது பருமன் அதிகரிப்பதால் அது தண்ணீரில் மிதக்கின்றது. வார்ப்பிரும்பையும், பித்தளையையும் உருக்கி வார்ப்பிடத்தில் வார்த்தால், குளிர்ச்சியினல் திடப்பொருளாக மாறும்போது பருமன் அதிகரித்து, அவை வார்ப்பின் உருவத்தைச் சுலபமாக அடைகின்றன.

மெழுகு, ஈயம், தங்கம், வெள்ளி இவை உருகும்போது பருமன் அதிகரிக்கும். ஆகவே, தங்கம், வெள்ளி, ஈயம் முதலிய பாத்திரங்களை வார்ப்பிடத்தால் செய்யமுடியாது. தங்கம், வெள்ளி நாணயங்களை வார்ப்பு எடுக்க முடியாது.

திரவ நிலை வாயு நிலையாக மாறுதல்

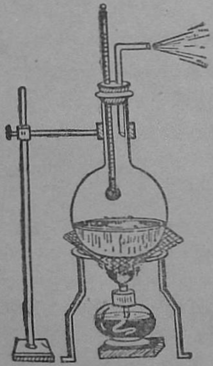
திரவ நிலை வாயு நிலையாக இரு விதங்களில் மாறலாம்: (1) ஆவியாதல் (evaporation), (2) கொதித்தல் (boiling).

ஒரு பாத்திரத்தில் சிறிது தண்ணீர் வைத்தால், மறு நாள் பாத்திரத்தில் தண்ணீர் இராது. இந் நிகழ்ச்சியைத்தான் தண்ணீர் ஆவியாக மாறிவிட்டது என்கிறோம். உஷ்ணமில்லாமல் திரவம் வாயுவாக மாறமுடியாது. ஆவியாகும்போது தண்ணீரானது வேண்டிய உஷ்ணத்தைக் காற்றிலிருந்து எடுத்துக் கொள்ளுகிறது. ஆவியாதல் மெதுவாக எல்லா உஷ்ண நிலைகளிலும் நடைபெறும்; திரவத்தின் மேற்பரப்பிலிருந்தே அது நடைபெறுகிறது.

ஸ்பிரிட்டு தண்ணீரைவிட சீக்கிரமாகவும், ஈதர் திரவம் ஸ்பிரிட்டைவிடச் சீக்கிரமாகவும் ஆவியாக மாறும்.

திரவம் ஆவியாக மாறும்போது குளிர்ச்சி உண்டாகின்றது. விரலை ஸ்பிரிட்டில் வைத்து எடுத்தால் குளிர்ச்சியாக இருக்கின்றது. ஏனென்றால், ஸ்பிரிட்டு ஆவியாக மாறும்போது விரலிலிருந்து உஷ்ணத்தை எடுத்துக் கொள்ளுகிறது. வேர்க்கும்போது விசிறிக்கொண்டால், வேர்வையிலுள்ள தண்ணீர் வேகமாக ஆவியாக மாற, உடலிலிருந்து உஷ்ணத்தை உட்கொள்வதால் உடல் குளிர்ச்சியாகிறது. மட்பாண்டத்திலுள்ள தண்ணீர் சிறு துவாரங்களின் வழியாகக் கசிந்து ஆவியாக மாறும்போது பானையிலுள்ள தண்ணீரிலிருந்து உஷ்ணத்தை எடுத்துக் கொள்ளுவதால், தண்ணீர் குளிர்ச்சியடைகிறது.

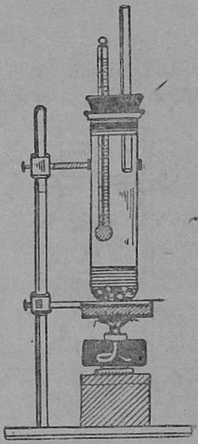
ஒரு பாத்திரத்திலுள்ள தண்ணீரை உஷ்ணப்படுத்தினால், உஷ்ணநிலை உயர்கின்றது. தண்ணீரில் கரைந்துள்ள காற்று குமிழிகளாக வெளிவருவதைப் பார்க்கிறோம். உஷ்ணநிலை 100° ச.-க்கு வந்ததும் முதலில் தண்ணீரின் அடியிலிருந்தும். பிறகு திரவ முழுவதும் குமிழிகள் உண்டாகித் தண்ணீர் நீராவியாக மாறுகிறது. முதலில் தண்ணீரின் அடியில் உண்டாகும் நீராவிக் குமிழிகள் மேலே வந்ததும் உடைவதால், ஒருவித சப்தம் உண்டாகிறது.


படம் 148.

ஒரு திரவமானது முழுவதிலும் குமிழிகளை உண்டாக்கிக்கொண்டு வேகமாக ஒரு திட்ட உஷ்ண நிலையில் ஆவியாக மாறுதலைக் கொதித்தல் (boiling or ebullition) என்பர்.

பரிசோதனை 34 :— தண்ணீரின் கொதி நிலையைக் காண: 148-ஆம் படத்தில் கண்டபடி கருவிகளை அமைத்துக்கொள்.

உஷ்ணமானியில் பல்பு தண்ணீர் மட்டத்திற்கு மேல் இருக்கவேண்டும். தண்ணீர் சுமார் 5 நிமிட நேரம் கொதிக்கட்டும். இப்போதுள்ள உஷ்ணநிலையே தண்ண்ணீரின் கொதி நிலையாகும். காற்றின் அழுத்தம் .76 செ. மீ.-ஆக இருந்தால், கொதிநிலை 100° ச.-ஆக இருக்கும்.



படம் 149.

ஸ்பிரிட்டின் கொதி நிலையைக் கண்டுபிடிக்கக் குடுவையை உபயோகிக்கக்கூடாது. ஸ்பிரிட்டு எளிதில் தீப்பிடிக்கும் திரவமாதலால் சிறிதளவே உபயோகிக்க வேண்டும். ஆகவே, சோதனைக் குழாயில் ஸ்பிரிட்டை எடுத்துக்கொண்டு குழாயைக் கம்பி வலையின்மேல் வைத்து, உஷ்ணப்படுத்த வேண்டும். மேலும், குழாய்க்குள் சில கண்ணுடித் துண்டுகளைப் போடவேண்டும். கண்ணுடித் துண்டுகள் இருப்பதால், ஸ்பிரிட்டு குதித்து விழாமல் நிதானமாகக் கொதிக்கும். (படம் 149-ஐப் பார்.) ஸ்பிரிட்டின் கொதிநிலை சுமார் 78° ச. ஆகும்.

திரவம் கொதிக்கும்போது உஷ்ணநிலை மாருமல் இருப்பது ஏன்? ஸ்பிரிட்டு விளக்கினுல் கொடுக்கப்படும் உஷ்ணம் எவ்வாறு பயன்படுகிறது?

கொடுக்கப்படும் வெப்பம் திரவ நிலையை வாயுநிலையாக மாற்றுவதற்குப் பயன்படுகிறது. இவ்வெப்பம் ஆவியாதலின் உள்ளுரை வெப்பம் (latent heat of vapourisation) எனப்படும்.

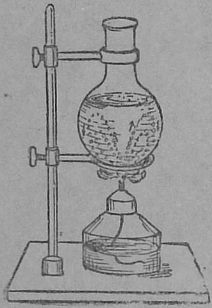
நான்காம் படிவ பாட புத்தகத்தில் கொதித்தல் விஷயமாகப் படித்ததையும் ஞாபகப்படுத்திக் கொள்ளுங்கள்.

அத்தியாயம் 11

வெப்பம் செலுத்துகை

(Transmission of heat)

வெப்பம் ஓரிடத்திலிருந்து மற்ரொரு இடத்திற்குச் செல்லும் முறை மூன்று வகைப்படும்.



படம் 150.

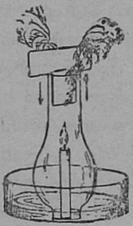
பரிசோதனை 35 :—ஒரு இரும்புக் கோலின் ஒரு முனையைத் தீயில் பிடி. சற்று நேரத்தில் மறுமுனையும் சூடாவதைக் கவனி.

பரிசோதனை 36 (*a*) :—ஒரு குடுவையில் தண்ணீர் எடுத்துக் கொண்டு உஷ்ணப்படுத்து. அதில் சிறிது மரத்தூளைப்போடு. மரத்தூள் நடுவிலிருந்து மேலே செல்லுவதையும், குடுவையின் இரு பக்கங்களிலும் கீழே செல்லுவதையும் கவனி (படம் 150).

பரிசோதனை 36 (*b*) :—ஒரு பேசினில் தண்ணீர் எடுத்துக்கொண்டு ஒரு மரத்துண்டை மிதக்கவிடு. மரத்துண்டின் மேல் ஒரு மெழுகுவர்த்தியைப் பொருத்தித் தீ ஏற்று. மெழுகுவர்த்தி உள்ளிருக்கும்படி ஒரு விளக்குச் சிமினியைக் கட்டையின்மேல் வை. சிமினியின் அடிப்பாகம் தண்ணீருக்குள் இருக்கவேண்டும். சிறிது நேரத்தில் மெழுகுவர்த்தி அணைந்துவிடுகிறது.

மறுபடியும் மெழுகுவர்த்தியைக் கொளுத்து. சிமினியின் மேல்பாகத்தை இரு அறைகளாகப் பிரிக்கும்படி ஒரு அட்டையை வை (படம் 151). இப்போது மெழுகுவர்த்தி அணையவில்லை. ஒரு ஊதுவர்த்தியை அறைகளின்மேல் பிடித்தால், ஒரு அறையில் புகை கீழாகச் செல்லும்; மறு-

அறையில் புகை மேலாகச் செல்லும். இதனல் முதல் அறை வழியாக வெளிக்காற்று உட் செல்லுகிறதென்றும், மறு அறை வழியாக உஷ்ணக் காற்று வெளிச் செல்லுகிற தென்றும் அறிகிறேம். அட்டையில்லாமற்போனல் வெளிக்காற்று உள்ளே வர வழியில்லாததால், சுவாலே அணைந்து விடுகிறது.



படம் 151.

பரிசோதனை 37 (a):— அதிக வெப்பத் தண்ணீருள்ள பாத்திரத்துக்குக் கீழே, பாத்திரத்தைத் தொடாமல் கையை வை. கைக்கு வெப்ப உணர்ச்சி ஏற்படுகிறது.

ஒரு ஸ்டோவ்-அடுப்பைப் பற்றவைத்து, அதற்கு அருகாமையில் பக்க வாட்டத்தில் ஒரு உஷ்ணமானியைப் பிடி. உஷ்ணநிலே அதிகரிக்கின்றது.

மேற்சொன்ன சோதனைகள் வெப்பம் செலுத்துகையின் மூன்று வகைகளேக் கூறுகின்றன.

இரும்புக் கோலின் ஒரு முனை தீயில் வைக்கப்பட்டதும் முனையிலுள்ள லவம் (particle) உஷ்ணமடைந்து, அது அடுத்தாற் போலுள்ள லவத்திற்கு வெப்பத்தைக் கொடுக்கின்றது. இவ்வாறு லவங்கள் இடம்விட்டு இடம் மாருமலே வெப்பம் பரவுகின்றது. இம்முறை வெப்பம் கடத்தல் (conduction) எனப்படும். இம்முறையில் லவங்கள் இடம் விட்டு இடம் மாருமல், ஒரு லவம் அதற்கு அடுத்தாற் போலுள்ள லவத்திற்கு வெப்பத்தைக் கொடுப்பதால், பொருள் உஷ்ணமடைகின்றது. திடப்பொருள்களெல்லாம் இம்முறையிலேயே உஷ்ணமடைகின்றன. திரவங்களில் பாதரசம் மாத்திரம் இம்முறையில் உஷ்ணத்தைப் பெறுகின்றது; ஏனெனில், பாதரசம் ஒரு உலோகம்.

பரிசோதனைகள் 36 (a), (b) வெப்பச் சலனம் (convection) என்னும் முறையை விளக்குகின்றன. திரவங்களும்

வாயுக்களும் இம்முறையில் உஷ்ணமடைகின்றன. பொருளின் லவங்கள் இடம் விட்டு இடம் மாறிப் பொருள் உஷ்ணமடைந்தால், அம்முறை வெப்பச் சலனம் எனப்படும். 36 (a) என்னும் சோதனையில் திரவத்தின் அடியிலுள்ள லவம் உஷ்ணமடைந்து அதன் அடர்த்தி குறைவதால், அது மேலே செல்லுகின்றது. ஆகவே, மேலுள்ள லவம் கீழே வருகிறது. இவ்வாறு லவங்கள் இடம் விட்டு இடம் மாறித் திரவம் உஷ்ணமடைகிறது. லவங்களின் சலனத்தை அறியவே மரத்தூளைத் தூவுகிறோம். 36 (b) என்னும் சோதனையானது, வெப்பச் சலன முறையினால் காற்று உஷ்ணமடைகிறது என்பதை நிரூபிக்கின்றது. சிமினியிலுள்ள காற்று உஷ்ணமடைந்து, இலேசாகி வெளிச் செல்லுகிறது. மற்றொரு அறையின்மூலம் வெளிக்காற்று உட்செல்லுகிறது. அட்டை இல்லாமற் போனால் வெளிக் காற்று உள்ளேவர வசதியில்லாமல், சுவாலை அணைந்து விடுகிறது.

பரிசோதனை 37 (b) :—இது வெப்பக் கதிர் வீசல் (radiation) என்னும் முறையைக் காட்டுகின்றது. உஷ்ணப் பாத்திரத்திற்குச் சற்றுக் கீழே கையை வைத்தால், இம்முறையில் உஷ்ணம் கைக்கு வருகின்றது. இம்முறையில் வெப்பப் பொருளுக்கும் மற்றொரு பொருளுக்குமிடையே யாதொரு சாதனமும் அவசியமில்லை. வெற்றிடத்தின் வழியாகவும் இம்முறையில் உஷ்ணம் கடக்கும். சூரிய உஷ்ணம் இம்முறையில்தான் பூமிக்கு வருகின்றது. ஒரு பொருளிலிருந்து மற்றொரு பொருளுக்கு வெற்றிடத்தின் வழியாகவும், இரண்டிற்கும் நடுவே ஒரு சாதனம் இருந்தால், அச்சாதனம் உஷ்ணமடையாமலும் வெப்பம் வீசும் முறை வெப்பக் கதிர் வீசல் எனப்படும்.

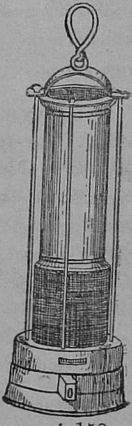
வெப்பம் கடத்திகள் (conductors of heat) மூன்று வகைப்படும். (1) எளிதில் கடத்தி (good conductor). உலோகங்கள் எளிதில் கடத்திகள். (2) அரிதில் கடத்தி

(bad conductor). மரம், பஞ்சு, கம்பளி முதலியன அரிதில் கடத்திகளாகும். (3) கடத்தாப் பொருள் (non-conductor). வெற்றிடம் கடத்தாப் பொருள்.

உலோகங்கள் எளிதில் கடத்திகள் என்று பின்வரும் சோதனையால் அறியலாம்.

பரிசோதனை 38:—ஒரு ஸ்பிரிட்டு-விளக்கின் சுவாலையைச் சிறிது அழுத்தும்படி ஒரு கம்பி வலையைப் பிடி. வலைக்குக் கீழே சுவாலையிருக்கிறது; மேலே இல்லை. வலைக்கு மேலே வெள்ளைப்புகை புலப்படுகிறது. ஏனென்றால், உலோகத்தினால் செய்யப்பட்ட கம்பிவலை வெப்பத்தை நாலா பக்கங்களிலும் கடத்திவிடுவதால், மேலே வரும் வெள்ளைப் புகை எரிநிலைத்தானத்தை (ignition point) அடைவதில்லை. தீக்குச்சியை வலைக்குமேல் பிடித்தால், வெள்ளைப் புகை எரிகின்றது. மேலும், கம்பிவலை அதிக நேரம் சுவாலையில் இருந்தால், வலை அதிக உஷ்ணமடைந்து வெள்ளைப் புகை எரிய ஆரம்பிக்கும்.

மேற்சொன்ன தத்துவத்தைக் கொண்டு டேவி என்பவர் ரட்சை விளக்கைக் (Davy's Safety Lamp) கண்டுபிடித்தார். இது படம் 152-இல் காண்பித்துள்ளபடி தாமிரக் கம்பி வலையால் சூழப்பட்ட ஒரு சாதாரண விளக்காகும். இவ்விளக்கு, சுரங்கங்களில் எடுத்துச் செல்ல உபயோகப்படும். சுரங்கங்களில் எளிதில் எரியக்கூடிய வாயுக்கள் இருக்கும். இவை வலையின் வழியாக உடசென்று எரிந்தாலும், வலை சுடரின் வெப்பத்தைக் கடத்திவிடுவதால் வெளியில் வாயுக்கள் எரியா. ஆனால், ஒரே விளக்கை நெடுநேரம் உபயோகப்படுத்தக் கூடாது.

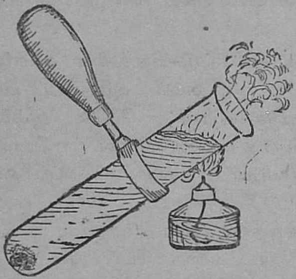


படம் 152.

சமையற் பாத்திரங்கள் உலோகத்தால் செய்யப்பட்டிருப்பதால்,உணவுப்பொருள்கள்

சீக்கிரமாக வெப்பமடையும். தண்ணீரும், காற்றும் அரிதில் கடத்திகளாகும்.

பரிசோதனை 39 :—ஒரு சோதனைக் குழாயில் தண்ணீரை எடுத்துக்கொண்டு 153-ஆம் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி குழாயைச் சாய்த்துப் பிடித்துக் கொண்டு தண்ணீரின் மேல் மட்டத்தைச் சூடாக்கு. மேல் மட்டத்தில் தண்ணீர் கொதித்தாலும் அடியிலுள்ள தண்ணீர் குளிர்ச்சியாகவே இருக்கின்றது. இப்படிச் சூடேற்றுவதில் வெப்பம்-கடத்தல் முறையில்தான் தண்ணீர் உஷ்ணமடைய வேண்டும். ஏனென்றால், உஷ்ணத்தினால் இலேசான தண்ணீர் மேலிருந்து கீழே வர முடியாது. ஆகவே, தண்ணீர் அரிதில் கடத்தியாகும்.



படம் 153.

பரிசோதனை 40 :—மரம் அரிதில் கடத்தி என்று காண்பிக்க : மரத்தினால் செய்யப்பட்ட சிலிண்டரும் உலோகத்தினால் செய்யப்பட்ட சிலிண்டரும் இணைக்கப்பட்ட கருவியை எடுத்துக்கொள். இரண்டும் சேருமிடத்தில் காகிதத்தைச் சுற்றி, காகிதத்தைப் பிடித்துக்கொண்டு, இணைப்பை ஸ்பிரிட்டு-விளக்கின் சுடரின்மேல் காட்டிக் கொண்டிரு. மரத்தின் மேலிருக்கும் காகிதம் விரைவில் கருகிவிடுகின்றது. உலோகத்தின் மேலிருக்கும் காகிதம் கருக நெடுநேரமாகும். ஆகவே, மரம் அரிதில் கடத்தி; உலோகம் எளிதில் கடத்தி.

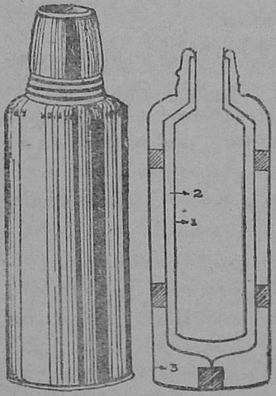
மரமும் கோணியும் அரிதில் கடத்திகளானதால், பனிக்கட்டி சீக்கிரம் கரையாமலிருக்கப் பனிக்கட்டியின்-

மேல் மரத்தூளைத் தூவி, அதைக் கோணியில் சுற்றிக் காப்பாற்றுகிறோம். மேலும், கோணிக்குள் அடங்கியுள்ள காற்றும் அரிதில் கடத்தியே.

துணி அரிதில் கடத்தியாதலால், உஷ்ணப் பாத்திரங்களைத் துணியைக்கொண்டு எடுக்கிறோம்.

உலோகப் பாத்திரங்களுக்கு மரக் கைப்பிடியுண்டு. குளிர் காலங்களில் நாம் ஏன் கம்பளியாடைகளை அணிகிறோம்? பருத்தியைவிடக் கம்பளி அரிதில் கடத்தியாகும்.

நாம் வசிக்கும் அறைகளில் காற்றோட்டம் வெப்பச் சலன முறையால்தான் ஏற்படுகின்றது. நாம் வெளிவிடும் உஷ்ணக் காற்று வெளிச் செல்ல, காற்றுப் போக்கிகள் மேலேயுள்ளன. சன்னல்களும் கதவுகளும் எதிர் எதிராக வுள்ளன.



படம் 154. தெர்மோஸ் குடுவை. 1. இரட்டைச் சுவர்களுடைய கண்ணாடிப் பாத்திரம். 2. வெற்றிடம். 3. வெளிப் பாத்திரம்.

சமையலறைகளில் அமைக்கப்படும் புகைப் போக்கியின் தத்துவமும் இதுவே. கடற்காற்றும், நிலக் காற்றும், கடலின் நீரோட்டங்களும் இதனாலேயே ஏற்படுகின்றன.

தெர்மோஸ் குடுவை (Thermos flask):—இது இரட்டைச் சுவர்களாலான ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரம். சுவர்களின் நடுவே வெற்றிடம் உண்டு. வெற்றிடத்தின் இரு பக்கத்திலுள்ள சுவர்கள் பளபளப்பாக இருக்கும். பாத்திரம் தக்கை-

யினுல் மூடப்பட்டு வெளிப் பாத்திரமொன்றில் வைக்கப் பட்டிருக்கும்.

வெற்றிடம் வெப்பம் கடத்தாப் பொருள். மேலும் வெற்றிடத்தின் வழியாக வெப்பச் சலனமும் ஏற்படாது. தக்கையும் வெப்பம் அரிதில் கடத்தும் பொருள். பாத்திரத்தின் பக்கங்கள் பளபளப்பாக இருப்பதால் வெப்பக் கதிர் வீசல் முறையால் வெப்ப நஷ்டம் ஏற்படாது. ஆகவே, தெர்மோஸ் குடுவையில் சூடான பொருள்களையும், குளிர்ச்சியான பொருள்களையும் உஷ்ணநிலை மாருமல் நெடுநேரம் காப்பாற்றலாம்.

அத்தியாயம் 12

நீராவி எஞ்சின்

நமது முன்னோர் ஒரு கிராமத்திலிருந்து மற்ற கிராமங்களுக்கு நடந்தும், மாட்டு வண்டிகள் மூலமாகவும் சென்றனர். நாகரிகம் வளர வளர, போக்குவரவுச் சாதனங்களும் விருத்தி யடைந்துகொண்டே வந்தன. குதிரை வண்டிகள், சைக்கிள்கள், நீராவி எஞ்சின்கள், கப்பல்கள், மோட்டார்கள், விமானங்கள் முதலிய சாதனங்கள் தற்காலத்தில் உள்ளன.

ஓரிடத்திலிருந்து மற்ருேர் இடத்திற்கு எவ்வளவு விரைவாக இப்போது செல்ல முடிகிறது. நமது ஆகாரங்கள், உடைகள் முதலியன இரயில் வண்டியின் உதவியால் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. மேலும், தற்காலத்தில் பட்டணங்களில் ஜன நெருக்கம் அதிகமாகி, வீடு கிடைக்காத திண்டாட்டத்தினுல், மக்கள் வெகு தூரத்தில் வசித்துக்கொண்டு, முக்கிய அலுவல்களைக் கவனிக்க இரயில் மார்க்கமாகப் பட்டணம் வந்து திரும்புகிருர்கள். ஆகவே, நீராவி எஞ்சினுல் புரட்சிகரமான மாறுதல்கள் ஏற்பட்டிருக்கின்றன.

நீராவி எஞ்சினின் தத்துவத்தை அறியப் பின்வரும் சோதனையைச் செய்து பார்.

பரிசோதனை 41 :—ஒரு சோதனைக் குழாயில் பாதியளவு தண்ணீர் எடுத்துக்கொண்டு, அதை ஒரு தக்கையினுல் மூடு. (அழுத்தமாக மூடாதே.) குழாயை உஷ்ணப்படுத்து. தண்ணீர் கொதித்து, நீராவி வெளிவரும்போது தக்கை வெளியே தள்ளப்படுகிறது.

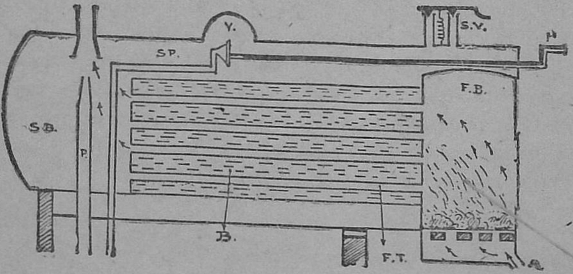
ஒரு பாத்திரத்தில் தண்ணீரைக் கொதிக்கவைத்துப் பாத்திரத்தை ஒரு தட்டால் மூடினுல், தட்டு தள்ளப்படுகின்றது. ஆகவே, 'நீராவிக்குத் தள்ளும் சக்தி உண்டு' என அறிகிறோம். தண்ணீர் நீராவியாக மாறும்போது அதன் பருமன் சுமார் 1,600 மடங்காக அதிகரிக்கின்றது. நீராவியை ஒரு பாத்திரத்தினுள் அழுத்தி வைத்தால், அதன் அழுத்தும் சக்தி அதிகமாகி, வேலை செய்யப் பயன்படுகிறது. நீராவி எஞ்சினில் உஷ்ண சக்தியானது எந்திர சக்தியாக மாறுகிறது.

பதினெட்டாவது நூற்றுண்டில் ஜேம்ஸ் வாட் (James Watt) என்பவரால் நீராவி எஞ்சின் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஜார்ஜ் ஸ்டீபன்ஸன் (George Stephenson) என்பவர் 1814-ஆம் ஆண்டில் மணிக்கு நான்கு மைல் வீதம் செல்லும் நிலக்கரி வண்டிகளை ஓடச் செய்தார். 1825-ஆம் ஆண்டில் மணிக்கு 15 மைல் வீதம் செல்லும் பிரயாணிகள் வண்டி செய்யப் பட்டது. தற்காலத்தில் நீராவி எஞ்சின் இரயில் வண்டிகளை இழுப்பதற்கு மாத்திரமின்றிக் கப்பல்களைச் செலுத்தவும் மின்சார ஜனனிகளை இயக்கவும் பயன்படுகிறது.

நீராவி எஞ்சினின் பாகங்கள்

படம் 155-ஐப் பார். B என்பது கொதிகலம் (boiler). அதில் தண்ணீர் நிலக்கரியின் உதவியால் கொதிக்கின்றது. பாய்லரின் நெடுக F. T. என்னும் அனேக தீக் குழாய்கள்

(fire-tubes) இருக்கின்றன. நிலக்கரி தீப் பெட்டியில் (fire-box F. B.) போடப்படும்; அடியிலுள்ள துவாரத்தின் (A) வழியாகத் தீப் பெட்டிக்குக் காற்று செல்லும். உஷ்ணக் காற்று தீக்குழாய்கள் வழியாகச் செல்லும்; 200, 300 தீக்குழாய்களிருக்கும். இம் முறையில் தண்ணீர் கொதித்து நீராவியாக மாறும். வாயுக்கள் S.B. என்னும் புகைப் பெட்டியின் (smoke-box) வழியாய் வெளியேறும். பாய்லரிலுள்ள தண்ணீர் மட்டத்தைக் காண ஒரு நீர் மானியும் (water-gauge), நீராவியின் அழுத்தத்தைக் காட்ட ஒரு நீராவி மானி-

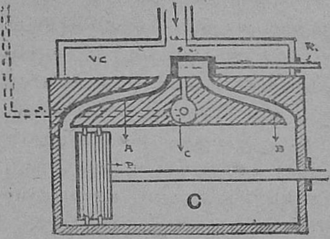


படம் 155.

யும் (steam-gauge) இருக்கின்றன. நீராவியின் அழுத்தம் மிக அதிகமானுல் பாய்லர் வெடித்துவிடும். இதைத் தடுப்பதற்கு S. V. என்ற ரட்சை வால்வு (safety-valve) பாய்லரில் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. நீராவியானது V என்னும் வால்வு வழியாக S. P. என்னும் நீராவிக் குழாய் (steam-pipe) வழியாகச் செலுத்தப்படுகிறது. இவ் வால்வு H என்னும் கோலால் இயங்குகிறது.

156-ஆம் படத்தைப் பார். நீராவிக்குழாய் V. C. என்னும் வால்வுப் பெட்டிக்கு (valve-chest) இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. வால்வுப் பெட்டி C என்னும் சிலிண்டருக்கு மேல் உள்ளது. வால்வுப் பெட்டியிலிருந்து A, B என்ற இரண்டு

குழாய்கள் சிலிண்டருக்குச் செல்லுகின்றன. C என்ற மூன்ருவதின் வழியாக அதிகப்படியான நீராவி திரும்பவும் புகைப் பெட்டிக்குப் போய், வெளிச் சென்றுவிடுகிறது. சிலிண்டரில் எடை அதிகமுள்ள P என்னும் பிஸ்டன் முன்னும் பின்னும் இயங்குகிறது. வில்களின் உதவியால் பிஸ்டன் சிலிண்டரின் பக்கங்களை நன்ருகத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்.



படம் 156.

வால்வுப் பெட்டியிலிருந்து சிலிண்டருக்குச் செல்லும் நீராவி S. V. என்ற நழுவு வால்வின் (slide-valve) உதவியால் திட்டப்படுத்தப்படுகிறது (regulated). நழுவு வால்வு என்பது முன்னும் பின்னும் நகரும் ஒரு பெட்டிபோன்ற அமைப்பு உள்ளது; உலோகத்தினுல் செய்யப்பட்டது.

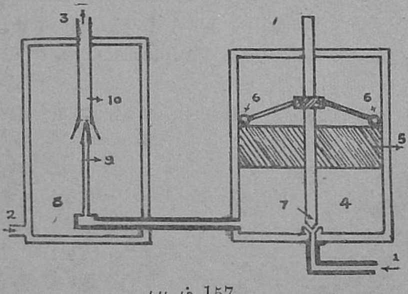
156-ஆம் படத்தில் பிஸ்டன் இடது ஓரத்திலும், நழுவு வால்வு வலது புறத்திலும் இருக்கின்றன. நீராவி A என்னும் குழாய் வழியாகச் சிலிண்டருக்குச் செல்லுகிறது. அதிக அழுத்தத்திலிருக்கும் நீராவி, பிஸ்டனை வலது புறம் தள்ளுகிறது. ஏறக்குறைய அதே சமயத்தில் நழுவு வால்வு இடது புறம் நகருகிறது. ஆகவே, A மூடப்பட்டு B திறக்கப்படுகிறது. அதன் வழியாக நீராவி சிலிண்டருக்கு வருவதால், பிஸ்டன் இடதுபுறம் தள்ளப்படுகிறது.

பிஸ்டன் சக்கரத்தின் இருசோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. பிஸ்டன் முன்னும் பின்னும் அசையும்போது சக்கரம் சுற்றுமாறு அதன் இருசு அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

நீராவி எஞ்சினின் சக்கரம் எப்போதும் ஒரே வேகமாகச் சுற்றும்படி செய்ய அடக்கி (governor) என்னும் ஓர் கருவி உள்ளது.

உள்ளூர தகன எஞ்சின், அல்லது வாயு எஞ்சின் (Internal Combustion Engine or Gas Engine)

நீராவி எஞ்சினில் நிலக்கரியானது தீப்பெட்டியில் எரிக்கப்பட்டு, நீராவி சிலிண்டருக்கு அனுப்பப்படுகிறது. மோட்டார், ஆகாய விமானம் முதலியவற்றில் வேலை செய்யும் உள்ளூர தகன எஞ்சினில் (அல்லது, ஆட்டோமோபைல்-automobile) நிலக்கரிக்குப் பதிலாக பெட்ரோல் (petrol) உபயோகப்படுகிறது; மேலும் பெட்ரோலானது சிலிண்டரிலேயே எரிக்கப்படுகின்றது. இதைக் கொண்டுதான் (internal combustion engine) என்று பெயர் கொடுக்கப்பட்டது. பெட்ரோல் தகனமாகும்போது உண்டாகும் வெடித்தலினால் பிஸ்டன் இயங்கிச் சக்கரம் உருளுகிறது.



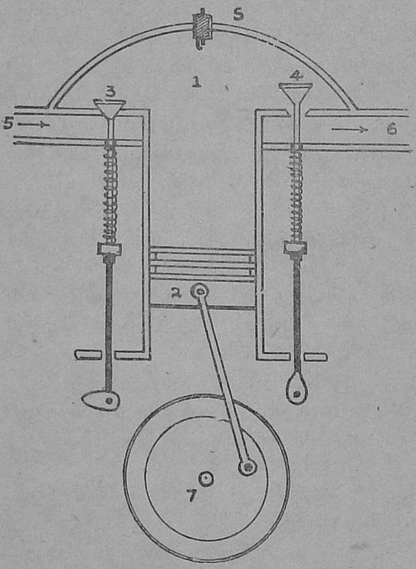
படம் 157.

இவ்வெஞ்சினில் மிக முக்கிய பாகம் கார்பெரெட்டர் (carburettor) ஆகும். பெட்ரோல் சிலிண்டருக்குப் போகுமுன் அது வாயுவாக மாறிக் காற்றுடன் கலக்கப்படவேண்டும்.

படம் 157-ஐப் பார். 1 என்பது பெட்ரோல் உட்செல்லும் வழி. 2 என்பது காற்றுப் புகும் வழி. 3 என்பது பெட்ரோல் வாயு, காற்றுக்கலவை சிலிண்டருக்குச் செல்லும் வழி. 4 என்னும் பெட்ரோல் செல்லும் அறையில் 5 என்னும் மிதவை உள்ளது. பெட்ரோல் திரவம் அறையில் செல்லும்போது மிதவை தூக்கப்படும். அதனுல் 6 என்னும் எடைகளும் மேலே செல்லும். எடைகள் 7 என்னும் கோலுக்கு இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. கோல் மிதவையின் வழியாகச் செல்லுகிறது. பெட்ரோலின் மட்டம் 9 என்னும் நுனிக்குழாய் மட்டத்திற்கு வந்ததும், கோல் துவாரத்தை அடைத்து விடுவதால், மேற்கொண்டு பெட்ரோல் அறைக்கு வராது. 8 என்னும் அறையில் அது இழுக்கப்படும்போது பெட்ரோல் நுனிக்குழாய் வழியாக மேகம்போல் இழுக்கப்படுகிறது. காற்றுடன் கலந்து பெட்ரோல் வாயுவாக மாறிக் கலவை 10 என்னும் கிராதி (grating) வழியாக சிலிண்டருக்குச் செல்லுகின்றது.

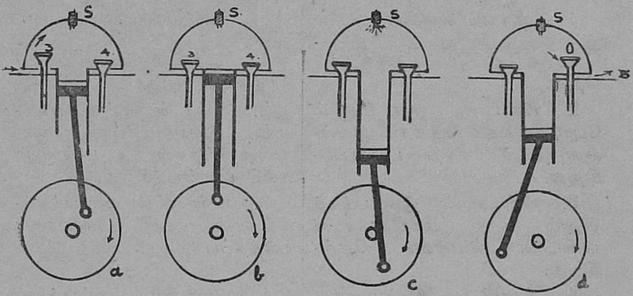
படம் 158-இல் பிஸ்டன் இயங்கும் விதம் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. 1 என்னும் சிலிண்டரில் 2 என்னும் பிஸ்டன் உள்ளது. 3, 4 என்பவை வால்வுகள். 5 என்னும் வழியாய் காற்றுக்கலந்த பெட்ரோல் வாயு 3 என்னும் வால்வு வழியாகச் சிலிண்டருக்குச் செல்லுகிறது. எரிந்தபின் வாயுக்கள் 4 என்னும் வால்வு வழியாக 6 என்னும் குழாய்க்கு வந்து, வெளிச் சென்றுவிடுகின்றன.

பெட்ரோல் எஞ்சின் நீராவி எஞ்சினைப்போல் தானுக உடனே வேலைசெய்ய ஆரம்பிக்காது. நீராவி எஞ்சினில் நீராவி சிலிண்டருக்கு அனுப்பப்பட்டதும் பிஸ்டன் இயங்க ஆரம்பிக்கின்றது. பெட்ரோல் எஞ்சினில் 7 என்னும் கிராங்குத் தண்டை (crank shaft) ஒரு கைப்பிடியினுல், அல்லது மின்மோட்டாரினுல் — (self-starter) சுற்றினுல் பிஸ்டன் கீழிறங்கும்.



படம் 158.

இப்போது 159-ஆம் படத்தைப் பார். (159 a)-இல் பிஸ்டன் கீழிறங்கியுள்ளது. பெட்ரோல் வாயு, காற்றுக் கலந்த கலவை சிலிண்டருக்குள் இழுக்கப்படுகிறது. பிஸ்டன் சிலிண்டரின் அடிக்கு வந்ததும், 3 என்னும் வால்வு மூடிக்கொள்ளும். கலவை அழுத்தப்படுகிறது. S என்பது மின்-பொறி உண்டாக்கும் கருவியாகும். பிஸ்டன் சிலிண்டரின் மேல்பாகத்திற்கு வந்ததும் (159 b) மின்-பொறியினால் கலவை வெடிச் சப்தத்துடன் ரசாயன மாறுதலடைந்து பெருக்கமடைகின்றது. ஆகவே, பிஸ்டன் கீழே தள்ளப் படும் (159 c). பிறகு, கிராங்க்கு தண்டினால் பிஸ்டன் மேலே



படம் 159.

தள்ளப்படும் (159 d). உடனே 4 என்னும் வால்வு வழியாக வாயுக்கள் வெளிச்சென்றுவிடும். மறுபடியும் இதே போல் பிஸ்டன் இயங்கும். இந் நான்கு தடவைகள் பிஸ்டன் இயங்கும்போது, மூன்றும் தடவையில்தான் வண்டி இயங்குவதற்கு வேண்டிய சக்தி (driving force) உண்டாகிறது. பின் சக்கரங்களை இணைக்கும் இருசை இச்சக்தி தாக்குவதால் வண்டி ஓடுகிறது.

மோட்டார் எஞ்சின்களில் சாதாரணமாக 4, 6 அல்லது 8 சிலிண்டர்கள் இருக்கும். ஆகவே, இயங்கும் சக்தி அதிகப்படும்.

மோட்டார் எஞ்சினில் சிலிண்டர்கள் குளிர்ச்சியாயிருத்தல் அவசியம். ஒரு முன்-தள்ளியை (propeller or fan) வேகமாகச் சுற்றச் செய்து, சிலிண்டர்கள் குளிர்ச்சியாய் வைக்கப்படும்.

நீராவி எஞ்சினுக்கும் வாயு எஞ்சினுக்கும் உள்ள முக்கிய வித்தியாசங்கள் கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

நீராவி எஞ்சின்	வாயு எஞ்சின்
1. கரி தீப்பெட்டிகளில் எரி-கிறது.	1. வாயு சிலிண்டரிலேயே எரிக்கப்படுகிறது.
2. பிஸ்டன் இயங்கும் போதெல்லாம் சக்கரம் இயங்-குவதற்குச் சக்தி பயன்படு-கிறது.	2. பிஸ்டன் நான்கு முறை-கள் இயங்கும்போது, ஒரு முறையில்தான் இயங்கும் சக்தி பயன்படுகிறது.
3. பிஸ்டனின் இரு பக்கத்-திலும் மாறி மாறி நீராவி பிஸ்டனை இயங்கச் செய்-கிறது.	3. பிஸ்டனின் ஒரு பக்கத்-தில்தான் சக்தி உபயோகப் படுத்தப்படுகிறது.
4. நீராவி சிலிண்டருக்கு வந்ததும் பிஸ்டன் இயங்க ஆரம்பிக்கின்றது.	4. பிஸ்டனை ஆரம்பத்தில் இயங்கச் செய்ய கிராங்க்குத் தண்டைச் சுற்ற வேண்டும்.

கேள்விகள் :

1. வெப்பம் என்றால் என்ன?
2. வெப்ப அளவையும் வெப்ப நிலையையும் ஒப்பிடு.
3. வெப்பத்தின் பயன்களைக் கூறு.
4. திட, திரவ, வாயுப் பொருள்கள் வெப்பத்தினால் பெருக்கமடையும் என்பதற்குச் சோதனைகள் கூறு. படங்கள் வரை.
5. வெவ்வேறு (அ) திடப்பொருள்கள், (ஆ) திரவங்கள் வெப்பத்தினால் வெவ்வேறு அளவில் விரிவடையும் என்பதற்குச் சோதனைகள் கூறு.
6. (அ) இரயில் தண்டவாளங்களுக்கு இடையில் சிறிது இடம் விடப்பட்டிருப்பது ஏன்? (ஆ) உஷ்ணமான கண்ணாடிச் சிமினியின்மேல் தண்ணீர்த் துளிகள் விழுந்தால் சிமினி உடைகின்றது. ஏன்? (இ) வண்டிச் சக்கரங்களுக்கு இரும்புக் கட்டுகள் எப்படிப் பொருத்தப்படுகின்றன?
7. ஈடு செய்த ஊசல் என்றால் என்ன? அதன் அவசியத்தையும் ஒரு வகையையும் கூறு.

8. நெருப்பு அபாய அறிவிப்பு என்னும் கருவியின் தத்துவம் யாது?
9. உஷ்ணமானி என்பது யாது? அதன் அவசியத்தை விளக்கு.
10. உஷ்ணமானியில் ஏன் பாதரசம் உபயோகப்படுத்தப் படுகிறது என்பதற்கு நான்கு முக்கிய காரணங்கள் கூறு.
11. உஷ்ணமானியில் உபயோகப்படுத்தப்படும் இரு திரவங்களைக் கூறு. அவற்றின் குறைகள் என்ன? குணம் என்ன?
12. திட்டவரைகள் என்றால் என்ன? அவற்றை விளக்கிக் கூறு.
13. உஷ்ணமானி செய்வதில் அனுசரிக்க வேண்டிய படிகளைக் (steps) கூறு.
14. 40° ச., 98·4° பா.—இவற்றை முறையே பா. ஆகவும், ச. ஆகவும் மாற்று.
15. விசேஷ உஷ்ணமானிகளில் இரண்டைக் கூறி, அவற்றின் உபயோகங்களைச் சொல்.
16. ஜுரமானிக்கும், சாதாரண உஷ்ணமானிக்கும் உள்ள வித்தியாசங்களைக் கூறு.
17. ஜுரமானி, சிக்ஸின் உஷ்ணமானி—இவற்றின் படம் வரை.
18. வெப்ப-எண், வெப்ப-ஏற்புத்திறன்—இவற்றை விளக்கு.
19. கலோரி மீட்டரின் படம் வரைந்து, அதன் பாகங்களைக் குறிப்பிடு. அதன் உபயோகத்தை விளக்கு.
20. திடப்பொருளின் வெப்ப-எண்ணை எப்படிக் காண்பாய்?
21. வெவ்வேறு பொருள்கள் வெவ்வேறு வெப்ப ஏற்புத்திறனை உடையன என்று எப்படி நிரூபிப்பாய்?
22. 30° ச. உஷ்ணநிலையுள்ள 50 கிராம் தண்ணீருடன் 60° ச. உஷ்ண நிலையுள்ள 40 கிராம் கிளிசரின் கலக்கப்பட்டால் கலவையின் உஷ்ணநிலை என்ன? (கிளிசரினின் வெப்ப எண் 0·58) [விடை = 39·5° ச.]
23. உருகு நிலை, கொதி நிலை என்றால் என்ன?
24. நாப்தலின்—இதன் உருகு நிலையை எப்படிக் கண்டு பிடிப்பாய்?

25. ஆவியாதலேயும், கொதித்தலேயும் ஒப்பிடு.
26. திரவம் ஆவியாகும்போது ஏன் குளிர்ச்சி யுண்டாகிறது?
27. (அ) மட்பாத்திரத்திலுள்ள தண்ணீர் ஏன் குளிர்ச்சியா-யிருக்கின்றது? (ஆ) விரலில் ஸ்பிரிட்டுத் துளிகளே தெளித்-தால், குளிர்ச்சி உண்டாகிறது. ஏன்?
28. தண்ணீர், ஸ்பிரிட்டு—இவற்றின் கொதிநிலேகளேக் கண்டு-பிடிக்கும் சோதனேகளின் படங்களே வரை.
29. வெப்பம் செல்லும் முறைகளே விளக்கு.
30. வெப்பம் எளிதில் கடத்தி, அரிதில் கடத்தி, கடத்தாப் பொருள்—இவற்றுக்கு உதாரணங்கள் கொடு.
31. டேவியின் ரட்சை விளக்கின் தத்துவம் யாது? அதன் உபயோகத்தை விளக்கு.
32. தண்ணீர் அரிதில் கடத்தி என்பதற்குச் சோதனே கூறு.
33. பனிக்கட்டியின்மேல் ஏன் மரத்தூள் தூவப்படுகிறது?
34. உலோகப் பாத்திரங்களுக்கு மரக் கைப்பிடி ஏன்?
35. உஷ்ணப் பாத்திரங்களே ஏன் துணியால் எடுக்கிறேம்?
36. தெர்மோஸ் குடுவையின் படம் வரை.
37. தெர்மோஸ் குடுவை ஏன் வெப்பத்தை அதிக நேரம் காப்-பாற்றுகிறது?
38. நீராவி எஞ்சினின் தத்துவம் யாது?
39. கொதிகலம், தீக்குழாய், தீப்பெட்டி, புகைப்பெட்டி, ரட்சை வால்வு, அடக்கி—இவற்றின் உபயோகங்களேக் கூறு.
40. வால்வு பெட்டியின் உபயோகத்தை விளக்கு.
41. நீராவி எஞ்சினுக்கும் வாயு எஞ்சினுக்கும் உள்ள வித்தி-யாசங்களேக் கூறு.
42. வாயு எஞ்சினில் கார்பரெட்டரின் வேலே யாது?
43. வாயு எஞ்சின்களில் முன்-தள்ளியின் உபயோகம் யாது?
44. நீராவி எஞ்சினிலும் வாயு எஞ்சினிலும் பிஸ்டனின் எப்பக்-கத்தில் சக்தி உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது?

அத்தியாயம் 13

ஒளி (Light)

ஒளியின் வியாபனம் (பரவுதல்)

ஒளி நிறைந்த அறையினுள்ளிருக்கும் வஸ்துக்கள் நமது கண்ணுக்கு நன்ருகப் புலப்படுகின்றன. இருட்டு அறையிலுள்ள பொருள்களை நம்மால் பார்க்க முடிவதில்லை. ஆகையால், நம்மைச் சுற்றிலும் உள்ள பொருள்களைப் பார்ப்பதற்கு ஒளி அவசியம் என்று தெரிகிறதல்லவா? ஒளியும் ஒலியைப்போலவே ஒரு வகையான சக்தி (energy) ஆகும். ஆனல், ஒலி பரவுவதற்கு ஊடகம் (medium) அவசியமாக இருப்பதுபோல ஒளி பரவுவதற்கு ஊடகம் அவசியமில்லை.

உலகத்திலுள்ள எல்லாப் பொருள்களையும் இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். சூரியன், நட்சத்திரங்கள், எரியும் மெழுகுவர்த்தி, எரியும் விளக்கு போன்ற பொருள்கள் தங்கள் சொந்த ஒளியினல் பிரகாசிக்கின்றன. இம்மாதிரி பொருள்கள் சுயம்-பிரகாச (self-luminous) வஸ்துக்கள் எனப்படும். சொந்தமான ஒளியில்லாத வஸ்துக்கள் ஒளிரா வஸ்துக்கள் (non-luminous) எனப்படும். சுயம் பிரகாசிகளிலிருந்து ஒளிரா வஸ்துக்களின்மேல் விழுந்து பிரதிபலிக்கும் ஒளியின் மூலமாகத்தான் நாம் ஒளிரா வஸ்துக்களைப் பார்க்க இயலும். சந்திரன், பூமி, பூமியிலுள்ள பெரும்பாலான பொருள்கள் ஒளிரா வஸ்துக்களே யாகும்.

ஒளி எல்லாப் பொருள்களின் மூலமாகவும் ஊடுருவிச் செல்லமுடியாது. மரம், கல், இரும்பு, கரும்பலகை போன்ற பொருள்கள் ஒளி புகா (opaque) வஸ்துக்களாம். தெளிந்த கண்ணுடி, தண்ணீர் இவற்றின் மூலமாக ஒளி சுலபமாகச் செல்லும். ஆகையால், இவற்றுக்கு ஒரு புறத்திலுள்ள பொருள்களை எதிர்ப்புறத்திலிருந்து பார்ப்பது சாத்திய-

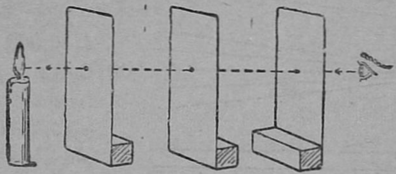
மாகும். இம்மாதிரி பொருள்களுக்கு ஒளிபுகும் (transparent) வஸ்துக்கள் என்று பெயர். மற்றும் சில பொருள்களின் மூலமாக மற்ற வஸ்துக்களைத் தெளிவின்றிப் பார்க்க இயலும். இவற்றின்மேல் விழும் ஒளியில் ஒரு பாகமே இவற்றின் மூலமாக ஊடுருவிச் செல்லும். இம்மாதிரி வஸ்துக்கள் ஒளிகசியும் (translucent) பொருள்கள் என வழங்கும். தேய்த்த கண்ணுடி, எண்ணெய்க் காகிதம், மூடுபனி, மெல்லிய பீங்கான், தண்ணீரும் பாலும் கலந்த கலவை முதலியன ஒளிகசியும் பொருள்களுக்கு உதாரணங்களாகும்.

கண்ணுடி, தண்ணீர் போன்ற ஒளிபுகு வஸ்துக்களை ஊடகம் (medium) என்று கூறுவர். ஊடகத்தின் அடர்த்தியும் அமைப்பும் ஒரே மாதிரியாக இருப்பின் அதனை ஒருபடித்தானது (homogeneous) என்போம்.

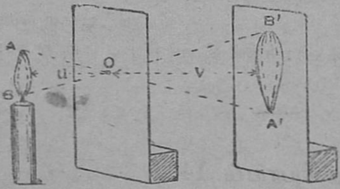
ஒளி நேர்கோடுகளிலேயே பரவும்:—ஒரு ஜன்னல் கதவிலுள்ள பிளவு, அல்லது துவாரத்தின் வழியாக உள்ளே புகும் ஒளியைக் கவனித்தால், அதன் பாதை நேராக இருப்பதைக் காணலாம். அறையினுள் புகை, அல்லது தூசு இருந்தால், ஒளியின் பாதை மிக நன்ருகப் புலப்படும். குடையைத் திறந்து பிடித்துக்கொள்வதனல் சூரியவெளிச்சம் நம்மேல் படாமல் தடுக்கிருேமல்லவா? ஒளி நேர்கோடுகளிலன்றி வளைந்தும் செல்லச் சாத்தியமாகுமா? ஆகையால் ஒளி ஒருபடித்தான ஊடகத்தின் மூலமாக நேர்கோடுகளில்தான் பரவும் என்று தெரிகிறது.

பரிசோதனை 42:—A, B, C என்ற மூன்று அட்டைத் துண்டுகளிலும் ஒரே உயரத்தில் குண்டூசியினல் துவாரம் செய்து, அவற்றை ஒன்றன்பின் ஒன்ருக மேஜைமேல் வைத்து, A அட்டைக்கு முன் எரியும் மெழுகுவர்த்தியை வை. மூன்று துவாரங்களும், தீபத்தின் சுடரும் ஒரே நேர் கோட்டிலிருக்கும் போது C-க்குப் பின்னல் கண்ணை வைத்துப் பார்த்தால் சுடர் தெரிகிறது. ஏதாயினும்

ஒரு அட்டை சற்று பக்கத்தில் நகர்ந்திருந்தாலும் சுடர் மறைந்துவிடுகிறது. ஆகவே, ஒளி நேர்கோட்டில்தான் பரவும் என்று விளங்குகிறது.



படம் 160.

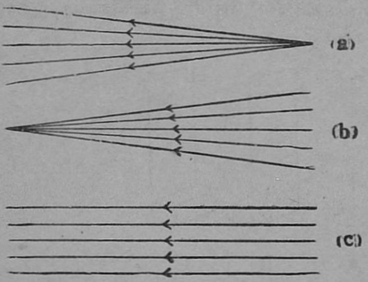


படம் 161.

161-ஆம் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி ஊசித் துவாரமுள்ள ஒரு திரையின் முன் ஒரு எரியும் மெழுகு வர்த்தியை வைத்தால், சுவாலையின் தலை-கீழான பிம்பம் மறு பக்-கத்திலுள்ள திரையின்மேல் விழும். இதிலிருந்து ஒளியா-னது நேர் கோட்டில்தான் பரவும் என்று நாம் அறிகிறோம்.

ஒளி பரவும் ஒவ்வொரு நேர்கோடும் ஒளிக்கதிர், அல்லது கிரணம் எனப்படும். அனேக ஒளிக்கதிர்கள் சேர்ந்தது ஒளிக் கற்றை (pencil or beam of light) ஆகும். ஒரு கற்றையி-லுள்ள கிரணங்களெல்லாம் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக (parallel) இருந்தால், அது ஒரு-போகு கற்றை (parallel beam or pencil) என்று வழங்கும். ஒரு புள்ளியிலிருந்து வெவ்வேறு திசைகளில் பிரிந்து செல்லும் கற்றை விரியும் கற்றை (divergent pencil) என்றும், ஒரு புள்ளியை

நோக்கிச் செல்லும் கற்றை ஒருங்கு கற்றை (convergent pencil) என்றும் கூறப்படும்.



படம் 162.

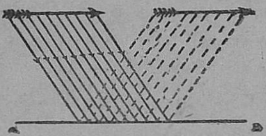
(a) விரியும் கற்றை. (b) ஒருங்கு கற்றை. (c) ஒரு-போகு கற்றை.

ஒரு விநாடிக்கு 1,86,000 மைல் வேகத்தில் ஒளி பரவும் என்று விஞ்ஞானிகள் கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள். அவ்வாறாயினும் சூரியனுடைய கிரணம் பூமியை அடைவதற்கு 8 நிமிடம் 18 விநாடி ஆகும் என்றால், சூரியன் எவ்வளவு தூரத்தில் இருக்கிறது என்று நாம் அறியலாம்.

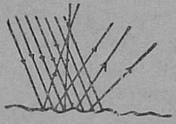
அத்தியாயம் 14

சமதள ஆடியில் ஒளி பிரதிபலித்தல்
(Reflection in Plane Mirrors)

ஒரு ஒளிபுகு வஸ்துவின்மேல் விழும் ஒளிக்கதிர்கள் அதன்மூலமாக ஊடுருவிச் செல்லும் என்று பார்த்தோம். ஆனால், ஒளிபுகா வஸ்துவின்மேல் விழும் ஒளிக்கதிர்கள் என்னவாகும்? அவை முற்றும் அழிவதுமில்லை, ஊடுருவிச் செல்லுவதும் இல்லை. ஆனால், வேறு திசையில் திருப்பி அனுப்பப்படுகின்றன. இம்மாதிரி ஒளி திருப்பி அனுப்பப்படுவது பிரதிபலித்தல், அல்லது மீளல் (reflection) என்று வழங்கப்படும். பளபளப்பான உலோகப் பரப்புக்கள் சிறந்த பிரதிபலிக்கும் கருவிகளாகும்.



படம் 163 (a).
ஒழுங்கான பிரதிபலித்தல்.



படம் 163 (b).
ஒழுங்கற்ற பிரதிபலித்தல்.

ஆடி என்பது அதிக பளப்பளப்பான, பிரதிபலிக்கச் செய்யும் சாதனம். சாதாரண கண்ணுடி ஒரு பக்கத்தில் பாதரசம், வெள்ளீயம் சேர்ந்த ரசக்கலவை பூசப்பட்டது. கலவை பூசப்பட்ட பரப்புதான் பிரதிபலிக்கச் செய்யும் பரப்பாகும். முன்னுலுள்ள கண்ணுடிப்பக்கம் பளபளப்பாக இருப்பதால் பிரதிபலித்தல் அதிகமாகும்.

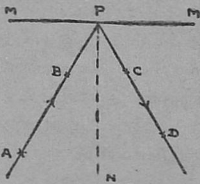
பிரதிபலித்தல், ஒழுங்கான பிரதிபலித்தல் (regular reflection), ஒழுங்கற்ற பிரதிபலித்தல் (irregular reflection) என இரு வகைப்படும். பளபளப்பான பிரதிபலிப்பானின் மேல் விழுந்து ஒளி பிரதிபலிப்பது ஒழுங்கான பிரதிபலிப்பாகும். ஆடியிலிருந்து பிரதிபலிப்பது ஒழுங்கானது. இப் பிரதிபலித்தல் இரண்டு விதிகளின்படி நடைபெறும். இவ்விதிகளுக்குப் பிரதிபலித்தலின் விதிகள் (laws of reflection) என்று பெயர். மேலும், ஒழுங்கான பிரதிபலித்தலின் பயனுக வஸ்துவின் பிம்பம் உண்டாகும். பளபளப்பற்ற, கரடுமுரடான பரப்புகளிலிருந்து பிரதிபலிப்பது யாதொரு விதிக்கும் உட்பட்டதன்று. இதனுல் வஸ்துவின் பிம்பமும் உண்டாவதில்லே. இதற்குச் சிதறும் ஒளி (diffused or scattered light) என்று பெயர். நாம் ஒளிரா வஸ்துக்களேப் பார்ப்பது, அவற்றின்மேல் விழும் ஒளிக் கதிர்கள் சிதறுவதினுல்தான் சாத்தியமாகிறது.

பிரதிபலிப்பின் விதிகள் (Laws of reflection):—1. படுகிரணமும் (incident ray), பிரதிபலிக்கும் கிரணமும் (reflec-

ted ray), படுதானத்தில் பிரதிபலிக்கும் பரப்புக்குச் செங்குத்துக் கோட்டுடன் (லம்பம், normal) ஒரே தளத்திலும், ஆனால், லம்பத்துக்கு எதிர்ப்பக்கங்களிலும் இருக்கும்.

2. படுகோணமும் (angle of incidence), பிரதிபலித்த கோணமும் (angle of reflection) சமம்.

பரிசோதனை 43 :—செவ்வக வடிவமுள்ள சிறிய மெல்லிய சமதள ஆடியைக் காகிதத்தின்மேல் செங்குத்தாகப் பொருத்து. ஆடியைத் தொட்டது போல் MM என்ற நேர்கோட்டை வரை. A, B என்ற இரண்டு குண்டூசிகளை ஆடிக்குமுன்னே, செங்குத்தாக நிற்கச் செய். AB என்ற நேர்கோடு MM-க்குச் சாய்வாக இருக்க வேண்டும். ஆடியின் மூலமாக நோக்கினால் A, B-யின் பிம்பங்கள் தெரியும். பிறகு, AB இவற்றின் பிம்பங்களும் C, D என்ற இரண்டு குண்டூசிகளும் ஒரே நேர்க் கோட்டிலிருக்குமாறு C, D-யைப் பொருத்து. AB, CD என்ற நேர்கோடுகளை வரைந்தால், அவை MM-ஐ P என்ற புள்ளியில் சந்திக்கின்றன. MM என்பது ஆடியின் பரப்பு. AB என்பது படுகிரணம். CD என்பது பிரதிபலித்த கிரணம். P என்பது படுதானம். P என்ற புள்ளியில் MM-க்குச் செங்குத்தாக PN என்ற லம்பத்தை வரை. AB, CD இரண்டும் லம்பத்துடன் ஒரே தளத்தில், ஆனால், எதிர்ப்பக்கங்களில் இருப்பதைப் பார். APN, DPN என்ற இரு கோணங்களையும் அள. அவை சமமாயிருக்கின்றன அல்லவா ?

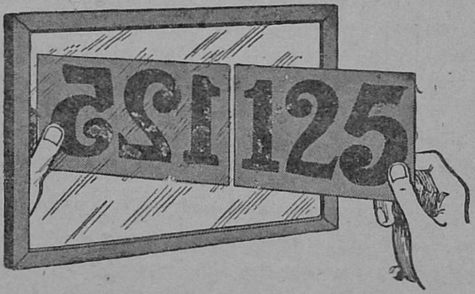


படம் 164.

இச் சோதனை பிரதிபலித்தலின் விதிகளை நிரூபிப்பதாகும். இரண்டாவது விதியிலிருந்து, படுகோணம் 0 டிகிரியா யிருந்தால், அதாவது, படுகிரணம் பரப்புக்குச் செங்குத்தாயிருந்தால், பிரதிபலித்த கோணமும் 0° ஆக இருக்கும். அதாவது, படுகிரணமானது அதே கோட்டின்

வழியாக எதிர்த் திசையில் பிரதிபலிக்கும் என்று அறியலாம்.

சமதள ஆடியில் உண்டாகும் பிம்பத்தின் குணங்கள் :— முகம் பார்க்கும் கண்ணுடிக்கு எதிரே நின்று, அதைநோக்கியும் அதை விட்டு விலகியும் நகர்ந்து பிம்பம் காணப்படும் தூரத்தையும் பிம்பத்தின் அளவையும் கவனி. 1. வஸ்து ஆடிக்கு முன்னுல் எவ்வளவு தூரத்தில் இருக்கிறதோ, அதே தூரத்தில் ஆடிக்குப் பின்னுல் பிம்பம் காணப்படும். 2. வஸ்துவின் அளவும் பிம்பத்தின் அளவும் சமம். 3. மேலும் வஸ்துவின் வலது பக்கம் பிம்பத்தின் இடது பாகம் போன்றும், வஸ்துவின் இடது பக்கம் பிம்பத்தின் வலது பாகமாகவும் தோன்றுகிறதல்லவா ? இதற்கு இடவல மாற்றம் (lateral inversion) என்று பெயர். 4. சமதள ஆடியில் உண்டாகும் பிம்பத்-



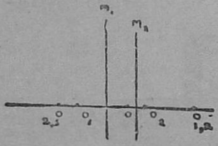
படம் 165. இடவல மாற்றம்.

தைத் திரையில் பிடிக்க முடியாது. ஆகையால், இப் பிம்பம் மாய பிம்பம் (virtual image) ஆகும்.

பரிசோதனை 44 :—இரண்டு சமதள ஆடிகளை எடுத்துச் செங்குத்தாகப் பொருத்து. முதலில் இரண்டும் ஒரே நேர் கோட்டிலிருக்கும்படி செய்து, அவற்றுக்கு எதிரே குண்டூசி போன்ற ஒரு வஸ்துவை வைத்துப் பிம்பத்தைப் பார்.

இப்பொழுது ஒரே பிம்பந்தான் காணப்படுகிறது. இரண்டு ஆடிகளையும் ஒன்றுக்கொன்று 120°, 90°, 72°, 60°, 45°, 30° கோணத்திலிருக்கும்படி பொருத்தி, அவற்றுக்கு இடையேயுள்ள வஸ்துவின் பிம்பங்கள் எவ்வளவு காணப்படுகின்றன என்று பார். x° என்பது இரண்டு ஆடிகளுக்கும் இடையேயுள்ள கோணமும், n என்பது பிம்பங்களின் எண்ணிக்கையுமானல், $n=\frac{360}{x}-1$ ஆகும். ஆகவே 90° கோணத்தில் 3 பிம்பங்களும், 60° கோணத்துக்கு 5-ம் காணப்படும்.

ஆடிகளை ஒன்றுக்கொன்று இணையாகவும் கண்ணுடிப் பாகங்கள் எதிர் எதிராகவும் பொருத்தி இரண்டுக்குமிடையே ஒரு வஸ்துவை வைத்தால், ஆடிகளுக்குப் பின்னல் அனேக பிம்பங்கள் காணப்படும். ஆனல், சில பிம்பங்களே தெளிவாகத் தெரியும். மற்றவை வரவர மங்கலாகத் தோன்றும். ஏனெனில், ஒவ்வொரு தடவையும் பிரதிபலித்த பிறகு, ஒளி குறைந்து கொண்டே வரும் (படம் 166).



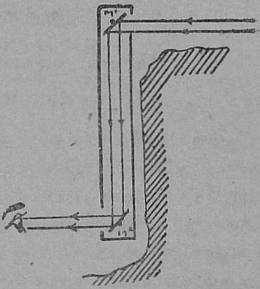
படம் 166.

சமதள ஆடிகளின் தினசரி உபயோகங்கள்

1. செங்கோணத்தில் கூடும் இரண்டு பாதைகளின் ஒரு மூலையில் பாதைகளுக்கு 45° கோணத்தில் உள்ள ஒரு சமதள ஆடியின் உதவியினல் ஒருபாதையிலுள்ள மனிதன் மற்ருரு பாதையில் உள்ள பொருள்களின் பிம்பங்களைக் காணலாம்.

2. பெரிஸ்கோப்பு (periscope) என்ற கருவியால் இரண்டு சமதள ஆடிகள் அவற்றின் கண்ணுடிப் பரப்புகள் இணையாகவும், ஆடிகள் படு மட்டத்துக்கு 45° இருக்கும்படியாகவும் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். பெட்டியின் அடிப்பாகத்தில் ஆடிக்கு நேரே உள்ள ஒருவன் மேலே உள்ள

ஆடிக்கு எதிரேயுள்ள பொருள்களைப் பார்க்க முடியும். இக் கருவி அகழிச் சண்டையில் மிகவும் உபயோக முள்ளது. மேலேயுள்ள ஆடியின்மேல் விழும் கிரணங்கள் பிரதிபலித்துக் கீழ் ஆடியில் பட்டு, மறுபடியும் பிரதிபலிப்பதனுல் கீழ் ஆடிக்கு அருகேயுள்ளவன், அதாவது, அகழியின் அடியில் மறைந்திருப்பவன், அகழிக்கு மேல்பாகத்தில் உள்ள சத்துருக்களின் நடவடிக்கைகளைக் கவனிக்க முடியும்.



படம் 167.
பெரிஸ்கோப்பு.

4. கலிடோஸ்கோப்பு (kaleidoscope) என்பது ஒரு கோணத்தில் அமைக்கப்பெற்ற இரண்டு சமதள ஆடிகளினுல் அனேக பிம்பங்கள் உண்டாகும் என்ற தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஒரு கருவியாகும். ஒரு குழாயில் மூன்று சிறிய சமதள ஆடிகள் ஒன்றுக்கொன்று 60° கோணத்தில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அவற்றுக்கு இடையே உள்ள வெவ்வேறு நிறமுள்ள கண்ணடித் துண்டுகள், பல அழகிய பிம்பங்களை உண்டாக்கும்.

4. அச்சகங்களில் அச்சுக்கோர்த்தபின் அவற்றுக்கு எதிரே சமதள ஆடி ஒன்றை அமைத்தால், அதில் உண்டாகும் பிரதிபிம்பத்திலிருந்து (reflected image) கோர்த்தது சரியா என்று தெரிந்துகொள்ளலாம்.

குறிப்பு :—சூரியன் உதயமாவதற்குச் சற்று முன்னேயும் அஸ்தமித்த பிறகு சற்று நேரமும் வெளிச்சம் இருப்பதைப் பார்க்கிரும். இவ் வெளிச்சத்துக்கு அந்திக் கருக்கல் (twilight) என்று பெயர். இதற்குக் காரணம் சூரிய வெளிச்சம் வாயு மண்டலத்தின் மேற்பரப்புகளிலிருந்து தூசுகளினுல் ஒளிச் சிதறலடைவதுதான்.

அத்தியாயம் 15

கோளக ஆடிகளில் ஒளி பிரதிபலித்தல்
(Reflection in Spherical Mirrors)

ஆடிகளில் சமதள ஆடிகளைத் தவிர, கோளக ஆடிகளும் உண்டு. இவ்வாடிகளில் பிரதிபலிக்கும் பரப்புகள் ஒரு கோளத்தின் பரப்பின் பாகங்களாக இருக்கும். பிரதிபலிக்கும் பரப்பு கோளத்தின் வெளிப்பரப்பாக இருந்தால் (அதாவது மையத்திலிருந்து வெளிப்பரப்பாக இருந்தால்) அதற்குக் குவி ஆடி (convex mirror) என்று பெயர். குழிவான ஆடியில் (concave mirror) பிரதிபலிக்கும் பரப்பு கோளத்தின் உட்புறமாகும். இம்மாதிரி ஆடிகளின் கோளத்தின் மையம் வளைவு மையம் (centre of curvature) எனப்படும். ஆடியின் மையப் புள்ளி ஆடி-மையம் (pole) எனப்படும். ஆடி-மையத்துக்கும், வளைவு மையத்துக்கும் உள்ள தூரமானது வளைவு ஆரம் (radius of curvature) என்று வழங்கப்பெறும்.

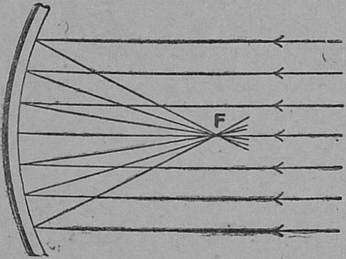
பரிசோதனை 45 :—ஒரு குழிவான ஆடியை உன் முகத்துக்குச் சமீபத்தில் பிடித்து அதில் காணப்படும் பிம்பத்தைக் கவனி. ஆடியைக் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக அப்பால் நகர்த்திக்கொண்டே போ. பிம்பத்தில் உண்டாகும் மாறுதல்களைக் கவனி. அதேமாதிரி ஒரு குவி ஆடியை உபயோகித்துச் செய்.

குழிவான ஆடியில் பிம்பம் பெரிதாகக் காணப்படும். அதை அப்பால் நகர்த்த நகர்த்த, பிம்பம் வரவரப் பெரிதாகிக் கொண்டேபோய், ஓரிடத்தில் மறைந்துவிடும்.

குவி ஆடியிலோ பிம்பம் நேராகவும் சிறியதாகவும்

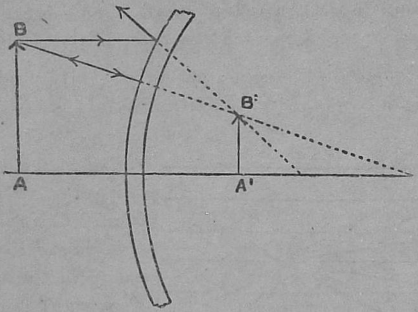
காணப்படுகிறது. ஆடியின் தூரம் அதிகம் ஆக ஆக, பிம்பம் வரவரச் சிறியதாகும்; ஆனால், மறைவதில்லை.

பரிசோதனை 46:—ஒரு குழிவான ஆடியைச் சூரிய கிரணங்கள் அதன்மேல் விழும்படி பிடி. (அல்லது வெகு தூரத்திலுள்ள கோபுரம், கட்டிடம் ஏதாவது ஒன்றுக்கு எதிரே ஆடியைப் பொருத்து.) வஸ்துவுக்கும், ஆடிக்கும் இடையே ஒரு இடுதிரையைப் பிடித்து, அதை முன்னும் பின்னும் நகர்த்தித் திரையின்மீது மிகப் பிரகாசமான சிறு புள்ளி விழும் இடத்தில் பொருத்து. இதுதான் அவ்வாடியின் முக்கிய குவியம் (principal focus). ஆடி-மையத்துக்கும் முக்கிய குவியத்துக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் குவியத் தூரம் (focal length) எனப்படும். குவியத்தூரம் வளைவு ஆரத்தில் பாதி இருக்கும்.



படம் 168.

பரிசோதனை 47:—ஒரு குழிவான ஆடியைத் தாங்கியில் பொருத்து. ஒரு மெழுகுவர்த்திச் சுடரை மேஜையின் மேல் இருத்து. சுடரின் மையமும், ஆடியின் மையமும் ஒரே உயரத்தில் இருக்கவேண்டும். சுடரிலிருந்து வரும் கிரணங்கள் ஆடியின்மேல் விழுந்து, பிரதிபலித்து வரும் கிரணங்களின் பாதையில் ஒரு இடுதிரையை முன்னும் பின்னும் நகர்த்தி, அதன்மேல் மிகப் பிரகாசமான தெளிவான பிம்பம் விழும்படிச் செய். ஆடியை வெகு தூரத்திலிருந்து வஸ்துவை நோக்கி நகர்த்திக்கொண்டே வந்து, பிம்பத்தின் அளவு, பிம்பம் விழும் இடம், பிம்பம் நேரானதா, தலைகீழானதா என்று காண். ஆடிக்கும் சுடருக்கும் உள்ள



படம் 169.

தூரம், பிம்பத்தின் தன்மை முதலியவை கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

வஸ்துவின் தானம்	பிம்பம் உண்டாகும் இடம்	பிம்பத்தின் தன்மை	அளவு
1. வெகுதூரத்தில்.	முக்கிய குவியத்தில் (F)	நிஜ பிம்பம் தலை கீழானது	மிகச் சிறியது
2. குவிய தூரத்தின் இரு மடங்குக் கப்பால் (2f-க்கு அப்பால்)	f-க்கும் 2F-க்கும் இடையே	,,	சிறியது
3. 2f-ல் (அதாவது வளைவு மையத்தில்)	2f-ல்	,,	வஸ்துவின் அளவே
4. f-க்கும் 2f-க்கும் இடையே	2f-க்கு அப்பால்	,,	வஸ்துவைவிடப் பெரியது
5. F-இல்	வெகு தூரத்தில்	,,	மிகப் பெரியது
6. F-க்கும் ஆடிமையத்துக்கும் இடையே	ஆடிக்குப் பின்புறம்	மாய பிம்பம், நேரானது	வஸ்துவைவிடப் பெரியது

F என்பது முக்கிய குவியம்; f என்பது குவியத் தூரம்.

முன் சோதனையைக் குவி ஆடியை உபயோகித்துச் செய்தால், வஸ்துவின் தூரம் எதுவாயிருப்பினும் பிம்பம் ஆடிக்குப் பின்புறம் விழும். மாயபிம்பம் நேரானது; அது வஸ்துவைவிடச் சிறியதாயிருக்கும் (படம் 169).

மேலே கூறியதிலிருந்து குழிவான ஆடியில் வஸ்துவின் தூரம் குவியத் தூரத்துக்குக் குறைவாக இருக்கும்பொழுது மாயபிம்பமும், அதற்கு அதிகமாக இருக்கும்போது நிஜ பிம்பமும் உண்டாகின்றன என்று அறியலாம்.

கோளக ஆடிகளின் உபயோகங்கள்

1. குழிவான ஆடியானது மின்சாரக் கை-விளக்குகளிலும், மோட்டார் வண்டிகளில் தலை-விளக்குகளிலும், இரயில் எஞ்சின்களில் துருவு-விளக்குகளிலும் (search light), சாதாரண தீபங்களில் பிரதிபலிப்பானுகவும் உபயோகிக்கப்படுகிறது. இதை உபயோகிப்பதனுல் ஒளி சிதறிப்போவது தடுக்கப்படுகின்றது.

2. படவிளக்கு, அல்லது மாய-லாந்தரில் (magic-lantern) தீபத்துக்குப் பின்புறம் அதன் குவியத் தூரத்தில் குழிவான ஆடி அமைந்திருப்பதால், அதன்மேல் விழும் ஒளி பிரதிபலித்துக் கிரணங்களை ஒரு-போகு ஆகவும், அதிக பிரகாசமுள்ளதாகவும் மாற்றுகிறது.

3. உயர்தர மைக்ரோஸ்கோப்புகளில் குழிவான ஆடியை உபயோகித்து, பரீட்சிக்கப்படவேண்டிய வஸ்துவின்மேல் ஒளிக் கிரணங்களைக் குவியச்செய்து பிரகாசமாக்குவார்கள்.

4. சில வகை டெலிஸ்கோப்புகளில் பொருளருகு லென்ஸு (object glass)-க்குப் பதிலாக குழிவான ஆடியை உபயோகித்து, தூரத்திலுள்ள வஸ்துவின் நிஜ

பிம்பத்தை உண்டாக்குவார்கள். பிறகு ஒரு லென்ஸின் மூலமாக இந்தப் பிம்பத்தை பெரிதாக்கிப் பார்க்க முடியும்.

5. கண்ணின் உட்பாகங்களைப் பார்ப்பதற்கும், தொண்டை, நாசித்துவாரம், பல்லின் உட்புறம் முதலிய-வற்றைப் பெரிதாகக் காட்டவும் வைத்தியர்கள் குழிவான ஆடியை உபயோகிக்கிறார்கள்.

குவி ஆடி :—மோட்டார் வண்டிகளில் வண்டியோட்-டிக்கு அருகில் குவி ஆடி பொருத்தப்பட்டிருப்பதை பார்த்-திருப்பீர்கள். இதனால் வண்டிக்குப் பின்னால் வரும் வண்டிகளின் பிம்பங்கள் சிறிய அளவில் விழும். இம்மாதிரியான சிறிய ஆடி, ஒரு மிகப் பெரிய சமதள ஆடியினால் உண்டாகும் பார்வைப் பிரதேசத்தைவிட அதிகமாக உண்டாக்கும்.

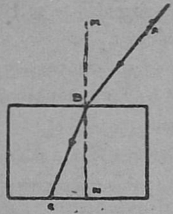
அத்தியாயம் 16

சமதளப் பரப்புகளில் ஒளிமுறிவு (விலகல்)
(Refraction at Plane Surfaces)

ஒரேபடித்தான ஊடகத்தின் மூலமாய் ஒளி பரவும்-போது அது ஒரே நேர்கோட்டில் செல்லுகிறது என்று படித்தாய். ஆனால், ஒரு ஊடகத்தினின்று மற்றொரு ஊடகத்-துக்குள் செல்லும்போது, அதே நேர்கோட்டில் செல்லுமா ? செல்லாது. இரண்டு ஊடகங்களும் பிரியும் இடத்தில் ஒளிக் கதிர்கள் விலகிச் செல்லும். இம்மாதிரி மாறுதலுக்கு ஒளி விலகல் அல்லது ஒளி முறிவு என்று பெயர்.

பரிசோதனை 48 :— வரைப் பலகையில் பொருந்திய காகிதத்தின்மீது ஒரு செவ்வக வடிவமுள்ள கண்ணாடிப்

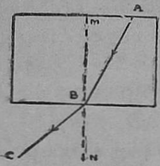
பட்டையை வைத்து அதன் உருவத்தைப் பென்சிலால் வரைந்துகொள். கண்ணுடிப்பட்டை-யின் ஒரு பக்கத்தைத் தொட்டபடி B என்ற ஒரு குண்டூசியைச் செங்குத்தாக நிறுத்து. அதற்குச் சற்று தூரத்தில் A என்ற குண்டூசியை AB என்ற நேர் கோடு கண்ணுடிப் பரப்புக்குச் சாய்வாக இருக்கும்படி பொருத்து. கண்ணுடிப் பட்டையின் எதிர் முகத்தில் அதைத் தொட்டாற்போல் A, B-யின் பிம்பங்-களும், C-யும் ஒரே நேர்கோட்டிலிருக்குமாறு C-ஐப் பொருத்து. கண்ணுடிப் பட்டையை எடுத்துவிட்டு AB, BC என்ற நேர்கோடுகளே வரை. AB என்பது படுகதிர்; BC என்பது விலகிய கதிர். B என்ற இடத்தில் MBN என்ற செங்குத்துக் கோடு B என்னும் படுதானத்தில் ஊடகங்-களின் பொதுப் பரப்புக்கு லம்பமாகும். AB என்ற படுகதிர் காற்றிலிருந்து கண்ணுடிக்குள் செல்லும்போது B என்ற இடத்தில் வளேந்து BC என்ற நேர்கோட்டின் வழியாகச் செல்லுகிறது. இதிலிருந்து நாம் அறிவது என்ன? காற்றைப் போன்ற ஒரு அடர்வுகுறை ஊடகத்திலிருந்து கண்ணுடியைப் போன்ற அடர்வுமிகு ஊடகத்துக்குள் ஒளிக் கதிர் செல்லும்போது அது லம்பத்தை நோக்கி விலகுகிறது.



படம் 170.

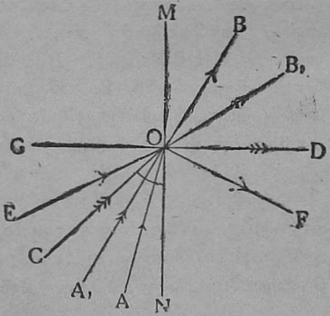
பரிசோதனே 49:—முன் சோதனேயில் உபயோகித்த உபகரணங்களே உபயோகப்படுத்து. A என்ற குண்டூசி கண்ணுடிப் பட்டையின் பின்புறமும், அதைத் தொட்டுக் கொண்டு இருக்கும்படியும், B அதற்கு எதிர் முகத்தைத் தொட்டுக்கொண்டு இருக்கும்படியும் செய். AB என்பது கண்ணுடிப் பரப்புக்குச் சாய்வாக இருக்கவேண்டும். பிறகு, A-யின் பிம்பமும், B-யும், C-யும் ஒரே நேர்கோட்டிலிருக்கும்-படி C-யைப் பொருத்து. முன்போலவே MBN என்ற லம்பத்தை வரை. இப்பொழுது AB என்னும் கதிர் அடர்வு-

மிகு ஊடகத்திலிருந்து (கண்ணுடி) அடர்வு-குறை ஊடகத்துக்குள் (காற்று) செல்லும்போது BC என்ற திசையில் விலகுகிறது. அதாவது, அடர்வுமிகு ஊடகத்திலிருந்து அடர்வுகுறை ஊடகத்துக்குள் வரும் ஒளிக்கதிர் லம்பத்தை-விட்டு அப்பால் விலகுகிறது.



படம் 171.

முதல் சோதனையில் ABM என்ற படுகோணம் CBN என்ற விலகுகோணத்-தைவிட அதிகம். அடுத்ததில் விலகு கோணம் படு-கோணத்தைவிடப் பெரியது. இம் மாதிரியாகவே, ஒளிக்-கதிர் காற்றிலிருந்து தண்ணீருக்குள் செல்லும்போது லம்பத்தை நோக்கியும், தண்ணீரிலிருந்து காற்-றுக்குள் செல்லும்-போது லம்பத்தை விட்டு விலகியும் செல்லும்.

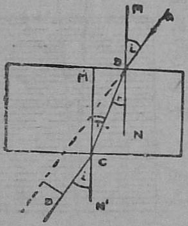


படம் 172.

ஒரு ஒளிக்கதிர் ஒரு அடர்வு-மிகு ஊடகத்-திலிருந்து அடர்வுகுறை ஊடகத்தினுள் செல்லும் போது, விலகு கோணம் படுகோணத்தைவிட அதிகம் என்று கண்-டோம். இப்போது படுகோணத்தைக் கொஞ்சங் கொஞ்ச-மாக அதிகமாக்கிக்கொண்டே சென்ருல், விலகு கோணமும் அதிகமாகும் அல்லவா? (படம் 172). ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு படுகோணத்திற்கு விலகுகோணமும் 90° ஆகும். அதாவது, விலகிய கிரணம் பரப்பைத் தொடும். இந்த அளவு படுகோணத்துக்கு மாறுதானக் கோணம் (critical angle) என்று பெயர். படுகோணம் மாறுதானக் கோணத்தை விட அதிகமானுல், அக் கதிர் விலகுதல் அடையாது.

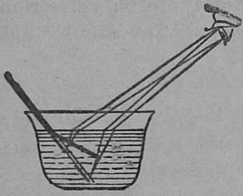
ஆனால், ஊடகங்கள் பிரியும் பரப்பிலிருந்து பிரதிபலிக்கும். இதற்குப் பூரண அகப்பிரதிபலிப்பு (total internal reflection) என்று பெயர். கண்ணுடியில் மாறுதானக்கோணம் 42°-யும், தண்ணீரில் 49°-யும் ஆகும்.

பரிசோதனை 50 :—சோதனை 48-இல் உபயோகித்த உபகரணங்களையே எடுத்துக்கொண்டு கண்ணுடிப்பட்டையின் உருவத்தை வரை. A என்ற குண்டூசியைப் பட்டையின் பின்புறம் வைத்து, B என்ற ஊசியானது பரப்பைத் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும்படியும் பொருத்து. AB என்ற நேர்கோடு பரப்புக்குச் சாய்வாக இருக்கவேண்டும். பிறகு, முன்புறத்திலிருந்து A, B என்ற ஊசிகளின் பிம்பங்களும், C, D என்ற ஊசிகளும் ஒரே நேர்கோட்டி லிருக்கும்படியும், C பரப்பைத் தொட்டுக்கொண்டும், D அதற்கு முன்னேயும் இருக்கும்படி நிறுத்து. கண்ணுடிப் பட்டையை நீக்கிவிட்டு AB, BC, CD என்ற நேர்கோடுகளை வரை. AB என்பது காற்றில் படுகிரணம்; CD என்பது விடுகதிர் (emergent ray). இது மறுபடி காற்றுக்குள் பிரவேசிக்கிறது. AB, CD இரண்டும் ஒரு-போகுக் கோடுகளாக இருப்பதைப் பார். இதிலிருந்து, ஒரு ஒளிக்கதிர் அடர்வுகுறை ஊடகத்திலிருந்து செவ்வக வடிவமுள்ள அடர்வுமிகு ஊடகத்தின் மூலமாக மறுபடி அதே அடர்வுகுறை ஊடகத்துக்குள் வரும்போது ஒளிக்கதிரின் கோணத்தில் விலகுதல், அல்லது திசைமாற்றக் கோணம் (angular deviation) இல்லை; ஆனல் கதிரில் பக்கப் பெயர்ப்பு (lateral displacement) ஏற்படுகிறது என்று தெரிகிறது. அதாவது, ஒளிக்கதிர் இடதுபக்கமாகவோ, வலதுபக்கமாகவோ விலகியிருப்பதுபோல் தோன்றுகிறது.



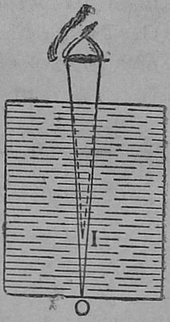
படம் 173.

ஒளி முறிவினால் உண்டாகும் சில பயன்கள்



படம் 174.

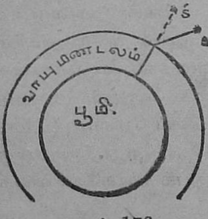
1. ஒரு பாத்திரத்திலுள்ள தண்ணீருக்குள் ஒரு கோலைச் சாய்வாகப் பிடித்தால், தண்ணீருக்குள் இருக்கும் கோலின் பாகம் பரப்பை நோக்கி விலகியும், சற்று உயர்ந்தும் காணப்படும் (படம் 174). அதே கோலைச் செங்குத்தாக வைத்தால் தண்ணீரிலுள்ள பாகம் சிறிது குட்டையாகவும், தடித்தும் காணப்படும்.



படம் 175.

2. ஒரு உயரமான பாத்திரத்தில் தண்ணீரின் அடியில் உள்ள நாணயம், அல்லது தண்ணீரின் அடியிலுள்ள ஒரு மீன், அது இருக்கும் இடத்தை விடச் சற்று மேலே யிருப்பதாகத் தோன்றுகிறது (படம் 175).

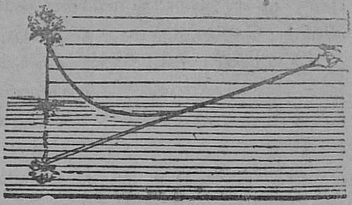
3. ஒரு பாத்திரத்தின் மேலேயிருந்து நோக்கும்போது அதனடியில் ஒரு நாணயம் மறைவாக இருப்பின், பாத்திரத்தில் கொஞ்சங் கொஞ்சமாகத் தண்ணீரை ஊற்றி வந்தால், நாணயம் கண்ணுக்குப் புலப்படும்.



படம் 176.

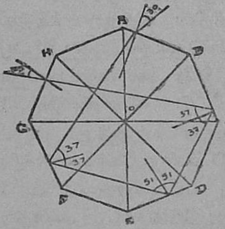
4. சூரியன், அல்லது ஒரு நட்சத்திரம்--அது உதயமாவதற்குச் சற்று முன்பும், அஸ்தமித்த பிறகு சில விநாடிகள் வரையும் காணப்படும். ஒளி முறிவின் பயனாக விண் மீன்களும், சூரியனும்—அவை உண்மையில் இருக்கும் தானத்துக்குச் சற்று உயரத்திலேயே காணப்படும் (படம் 176).

5. பாலைவனங்களில் அதிக வெப்பத்தினால் வாயு மண்டலத்தில் அடர்த்தி வெவ்வேறான மட்டங்கள் ஏற்படுகின்றன. இதன் பயனாகச் சில சமயங்களில் தூரத்திலுள்ள மனிதன், அல்லது மரம் தலைகீழாக இருப்பதுபோல் தோற்றமளிக்கிறது. இது கானல் நீர் என்ற பொய்த் தோற்றமாகும்,



படம் 177. கானல் நீர்.

6. ஒரு காலிச் சோதனைக் குழாயைத் தண்ணீரில் சாய்வாகப் பிடித்தால், தண்ணீருக்குள் இருக்கும் குழாயின் பாகம் மிகப் பிரகாசமாகத் தெரிகிறதல்லவா? இது குழாயின் வெளிப்பாகத்தில் படும் ஒளிக்கிரணங்கள் பூரண-அகப்பிரதிபலிப்பு அடைவதன் விளைவாகும்.



படம் 178.

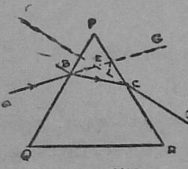
7. வைரத்தின் (diamond) மாறுதானக் கோணம் சுமார் 24° ஆகும். அதனுள் விழும் ஒளிக் கிரணங்கள் பல தடவைகள் உட்பாகத்திலேயே பூரண-அகப் பிரதிபலிப்பு அடைவதனால், அது மிகப் பிரகாசமாகக் காணப்படுகிறது.

பிரிசம், அல்லது முப்பட்டகத்தில் ஒளிமுறிவு (Refraction in Prisms)

ஒரு முப்பட்டகக் கண்ணாடியை எடுத்துக்கொள். அதில் இரண்டு பளபளப்பான சமதளங்கள் (முகங்கள், faces) ஒரு கோணத்தில் சந்திக்கின்றன. இதனால் ஏற்படும் விளிம்-

புக்கு மூலை, அல்லது விளிம்பு (edge) என்று பெயர். இவ்விளிம்பு செங்குத்தாக இருக்கும்படி வைத்துக்கொண்டு ஒரு முகத்துக்குப் பக்கத்திலுள்ள ஒரு பொருளை மற்றொரு முகத்தின் மூலமாகப் பார். அப்பொருள் ஒரு பக்கமாகத் தள்ளிக் காணப்படுகிறதல்லவா? விளிம்பு உனக்கு வலதுகைப் புறமாக இருந்தால், பொருள் வலது புறம் தள்ளியும், இடது புறமாக இருந்தால் இடது பக்கம் தள்ளியும் காணப்படுகிறது.

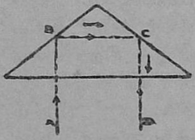
பரிசோதனை 51:— ஒரு வரைப் பலகையின் மேல் பொருத்தப்பட்ட காகிதத்தின்மேல் ஒரு முப்பட்டகத்தை அதன் முக்கோணப் பக்கத்தில் வை. முக்கோணத்தை வரைந்துகொள். பிறகு, A என்ற குண்டூசியை முப்பட்டகத்துக்கு இடது பக்கத்தில் சற்று தூரத்தில் நிற்க வை. B என்ற ஊசியை முப்பட்டகத்தின் முகத்தைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்படி செங்குத்தாக நிறுத்து (படம் 179). AB என்ற நேர்கோடு பட்டகத்தின் முகத்துக்குச் சாய்வாக இருக்கவேண்டும். பிறகு, பட்டகத்தின் வலது பக்கத்திலிருந்து நோக்கி, A, B என்ற இரண்டு ஊசிகளின் பிம்பங்களும், C, D என்ற இரு ஊசிகளும் ஒரே நேர்கோட்டிலிருக்கும்படியும், C பட்டகத்தைத் தொட்டுக் கொண்டும், D அதற்குச் சற்று விலகியும் இருக்குமாறு பொறுத்து. பட்டகத்தை எடுத்துவிட்டு, AB, BC, CD என்ற நேர்கோடுகளை வரை. AB என்பது A-யிலிருந்து பட்டகத்தின்மேல் B என்ற தானத்தில் படும் படுகிரணம். BC என்பது கண்ணாடிக்குள் விலகு கிரணம். CD கண்ணாடியிலிருந்து காற்றுக்குள் விடுகதிர். இதில் B என்ற இடத்தில் ஒளிக்கதிர் பட்டகத்தின் அடிப்பாகத்தை நோக்கி ஒரு தடவையும், C என்ற இடத்தில் விடுபடும்போது மறுபடியும் பட்டகத்தின் அடிப்பாகத்தை நோக்கி முறிவ-



படம் 179.

தையும் கவனி. A என்ற குண்டூசியானது DC என்ற நேர்கோட்டை நீட்டினால் கிடைக்கும் கோட்டில் A′ என்ற இடத்தில் பட்டகத்தின் உச்சியை நோக்கி நகர்ந்திருப்பதாகக் காணப்படும். AB, DC இரண்டையும் நீட்டினால் E என்ற இடத்தில் சந்திக்கின்றன. DEG என்ற கோணம் ஒளிக்கதிரின் திசை மாற்றக் கோணமாகும் (angle of deviation). அதாவது, ஒளிக்கதிர் ABG என்ற வழியை விட்டு ECD என்ற வழியை நோக்கி விலகியிருக்கிறது.

இரு சமபக்க செங்கோண முக்கோண வடிவமுள்ள (right-angled isosceles glass prism) பட்டகத்தை உபயோகித்தால், கர்ணத்தைச் செங்கோணத்தில் சந்திக்கும் ஒரு கிரணம், அதற்கு இணையாக அதே திசையை நோக்கித் திரும்பும். 180-ஆம் படத்தில் காட்டியபடி AB என்ற கதிர் B என்ற இடத்தில் படுகிறது. அங்கே படுகோணம் 45° ஆகும். இது கண்ணாடியின் மாறுதானக் கோணத்தைவிட அதிகமாதலால், BC என்ற திசையில் பூரண-அகப் பிரதிபலிப்பு அடையும். C என்ற இடத்திலும் இதேபோல் பூரண-அகப் பிரதிபலிப்பு அடைந்து CD என்ற திசையில் திரும்புகிறது. இம்மாதிரியான பட்டகத்துக்குப் பூரண-அகப் பிரதிபலிப்புப் பட்டகம் என்று பெயர்.



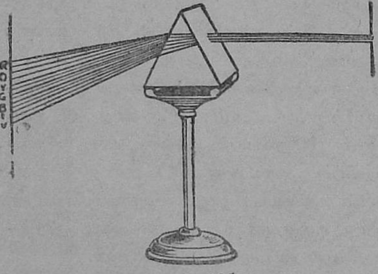
படம் 180.

நிறப்பிரிகை (Dispersion)

முப்பட்டகக் கண்ணாடியின் மூலமாகப் பார்க்கப்படும் பொருள்கள் இடத்தைவிட்டு விலகியிருப்பதுபோல் தோன்றுவது மட்டுமில்லாமல், அவற்றின் ஓரங்கள் பலவித வர்ணங்களுடன் தோற்றமளிக்கின்றன. இவ்வாறு ஏற்படுவது முப்பட்டகக் கண்ணாடியின் ஒளி விலகுந் தன்மையினால் உண்டாகும் பயனாகும். இவ் விஷயத்தை முதன் முதலாக

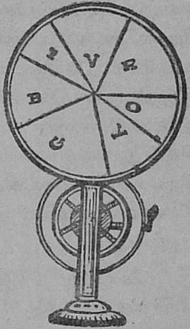
ஸர் ஐஸக் நியூட்டன் (Sir Issac Newton) என்ற விஞ்ஞானி கண்டுபிடித்தார்.

பரிசோதனை 52 :— சூரிய கிரணங்களை ஒரு சமதள ஆடியின் உதவியால் பிரதிபலிக்கச் செய்து, அப்பிரதிபலித்த கிரணங்களை ஒரு நீளமான, செங்குத்தான துவாரத்தின் வழியாக (வெட்டுத்துளை-slit) முப்பட்டகக் கண்ணாடியின் முகத்தின்மேல் விழச்செய். கண்ணாடியின் விளிம்பு செங்குத்தாக இருக்கும்படி பிரிசம் ஒரு தாங்கியின்மேல் வைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். பட்டகத்தின் மறுமுகத்திலிருந்து வெளிவரும் வர்ணக் கிரணங்களை ஒரு இடுதிரையின் மேல் விழச்செய். திரையின்மேல் விழும் வர்ணப் பட்டைக்குச் சூரிய நிறமாலை (solar spctrum) என்று பெயர்.


படம் 181.

இந் நிறமாலையில் (படம் 181) மேலிருந்து கீழே முறையே சிவப்பு, ஆரஞ்சு, மஞ்சள், பச்சை, நீலம், கருநீலம், ஊதா ஆகிய ஏழு நிறங்களும் காணப்படும். சிவப்பு நிறம் குறைவாகவும் ஊதா அதிகமாகவும் விலகும். மற்ற நிறங்கள் இவற்றுக்கு இடையே மேற்கூறிய வரிசைக் கிரமத்தில் இருக்கும். சூரிய கிரணங்கள் கண்ணுக்கு வெள்ளையாகத் தெரிந்த போதிலும், உண்மையில் இந்த ஏழு நிறங்களுடன் கூடிய கதிர்களாலாகியவை. வெவ்வேறு நிறக்கதிர்கள் பட்டகத்தின் மூலமாகச் சென்று வெளிப்படும்போது வெவ்வேறு அளவுக்கு முறிவடைகின்றன. சிவப்பு நிறக்கதிர்கள் குறைவாக முறிவதனல் அது நிறமாலையில் ஒரு பகுதியாகவும்,

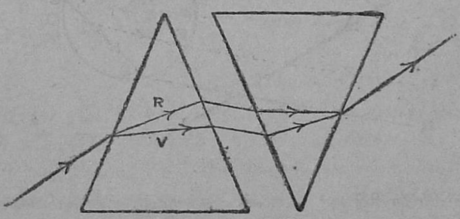
அதிகமாக முறிவடையும் கதிர்கள் அதே வரிசைக் கிரமத்திலும் மாலையில் காணப்படுகின்றன. ஊதா முதல் சிவப்பு வரையில் நிறங்களின் பெயரை (vibgyor) என்ற வார்த்தையின் உதவியால் ஞாபகத்தில் வைத்துக்கொள்ளலாம். இதில் V என்பது ஊதாவைக் குறிக்கும் ஆங்கில வார்த்தை violet-இன் முதல் எழுத்தாகும். இம்மாதிரி ஒவ்வொரு நிறத்தின் ஆங்கிலப் பெயரின் முதல் எழுத்துக்கள் சேர்ந்ததே vibgyor என்பது.



படம் 182.

பரிசோதனை 53 :— படம் 182-இல் காட்டப்பட்ட வட்டமான தட்டில் மேற்கூறியுள்ள நிறங்கள் சூரிய வெளிச்சத்தினால் உண்டாகும் நிறமாலையில் உள்ள விகிதத்திலும் வரிசைக் கிரமத்திலும் உள்ளன. இவ் வட்டமான தட்டு ஒரு பிடியின் உதவியால் வேகமாகச் சுழலும்படி ஒரு தாங்கியில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. வட்டத்தை வேகமாகச் சுழலச் செய்தால் வர்ணங்கள் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்து, ஒரே வெள்ளையாகத் தோன்றும்.

பரிசோதனை 54 :— படத்தில் காட்டியபடி A என்ற முப்பட்டகத்துக்குச் சமீபத்தில், அதன் பரப்புக்கு ஒரு-போகு

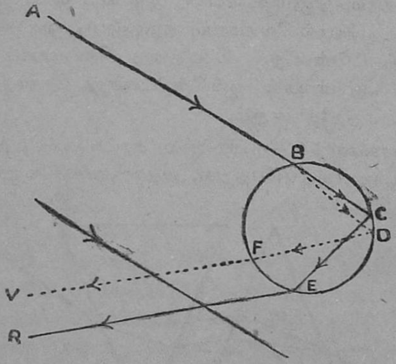


படம் 183.

ஆகவும், உச்சிகள் எதிராகவும் இருக்கும்படி மற்ருெரு B என்ற முப்பட்டகத்தை நிறுத்து. முன் சோதனையிற் போலவே சூரிய கிரணம் பிரதிபலிக்கப்பட்டு வெட்டுத் துளை மூலமாக, A-யின் முகத்தில் விழச்செய். B-க்குப் பின் ஒரு இடுதிரையைப் பிடி. இப்பொழுது நிறமாலை உண்டாகிறதா? ஏன்? A-யினுல் உண்டாகும் நிறமாலை B-யின் மூலமாகச் சென்று வெளிவரும்போது, மறுபடியும் ஒன்றுகூடி வெள்ளை நிறமாக மாறிவிடுகின்றது. இச் சோதனையிலிருந்தும் சூரிய கிரணம் ஏழு நிறங்களுடைய கதிர்களாலானது என்று அறியலாம்.

சோதனை 52-இல் சூரிய கிரணம் ஏழு நிறங்கள் கூடிய கதிர்களாலானது என்னும் உண்மையைப் பாகுபாடு (analysis) முறையில் நிரூபிக்கிருேம். சோதனைகள் 53, 54 தொகுப்பு (synthesis) முறைகளாகும்.

வானவில் (Rainbow) :— ஒரு சிறு மழைக்குப் பிறகு

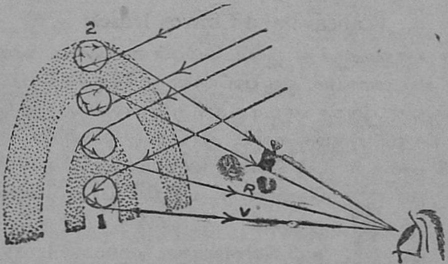


படம் 184.

சூரியன் பிரகாசித்துக் கொண்டிருந்தால், சில சமயங்களில் ஆகாயத்தில் வானவில்லைப் பார்த்துப் பரவசமடைந்திருக்-

கிரேமல்லவா? இந்த வானவில் எப்படி உண்டாகிறது? ஆகாயத்தில் தொங்கிநிற்கும் சிறு மழைத் துளிகளின்மீது சூரிய கிரணங்கள் படுவதனுல் வானவில் ஏற்படுகின்றது. ஒவ்வொரு மழைத்துளியும் ஒரு முப்பட்டகம்போல் வேலே செய்வதால் உண்டாகும் நிறமாலேதான் வானவில்லாகும். வானவில் எப்போதும் சூரியனுக்கு எதிர்த் திசையில் தொடுவானத்தருகேதான் புலப்படும். ஆகையால், இது காலே நேரங்களில் மேற்குத் தொடுவானத்திற்கு மேலேயும், மாலே நேரங்களில் கிழக்குத் தொடுவானத்திற்கு மேலேயுந்-தான் காணப்படும்.

184-ஆம் படத்தில் AB என்ற கிரணம் வட்டமான நீர்த்-துளியின்மேல் B என்ற இடத்தில் படுகிறது. நீர்த்துளிக்-குள் பிரிக்கப்பட்டுச் செல்லும்போது, அது முறிவு அடைவ-துடன் நிறப்பிரிகையும் அடைகிறது. ஆகையால் உள்ளே BC, BD என்று பிரிந்து, BC, BD இவற்றுக்கு இடையே சிவப்பு முதல் ஊதா வரையிலுள்ள நிறக்கதிர்களாகப்



படம் 185.

பிரிகிறது. C, D என்ற இடங்களிலிருந்து பிரதிபலிக்கப்-பட்டு CE, DF என்னும் பாகங்களுக்கிடையே சென்று வெளிப்படும்போது, ER, FV என்ற பாதைகளில் திரும்பு-கின்றன. இப்பொழுது R என்ற இடத்தில் சிவப்பும், V-யில் ஊதாவும், அவற்றுக்கிடையே மற்ற நிறங்களும் தென்படும்.

சிவப்பு நிறக் கதிர்கள் சூரியனுடன் $42\frac{1}{2}°$ கோணமும் ஊதாக் கதிர்கள் $40°$ கோணமும் உண்டாக்கும். மற்றக் கதிர்கள் இவ்விரண்டு அளவுகளுக்கும் இடையே உள்ள கோணங்களே உண்டுபண்ணும். இதுதான் பிரதம வானவில் (primary rainbow) என்பது. இதில் உட்புறம் ஊதாவும், வெளிப்புறம் சிவப்பு நிறமும், அவற்றுக்கிடையே மற்ற நிறங்களும் காணப்படும்.

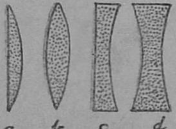
சில சமயங்களில் பிரதம வானவில்லேக் காட்டிலும் சற்று உயரத்தில் இரண்டாவது வானவில்லேயும் பார்க்கக் கூடும் (படம் 185). இதில் நிறங்கள் பிரதம வில்லில் தோன்றுவதற்கு நேர்மாருக இருக்கும். வெளிப்புறத்தில் ஊதாவாகவும், உட்புறத்தில் சிவப்பும் இருக்கும். இது நீர்த்துளிக்குள் கிரணங்கள் இரண்டு முறை பிரதிபலிப்பதால் ஏற்படுகிறது.

அத்தியாயம் 17

குழி, குவி-லென்ஸுகள்

(Cancave and Convex lenses)

இரு தளங்களுக்கு இடையேயுள்ள பாகம் கண்ணுடி போன்ற ஊடகமாயும், ஒரு பரப்பானது கோளகப் பரப்பாகவும் இருந்தால், அந்த ஊடகத்துக்கு லென்ஸ் என்று பெயர். மத்திய பாகம் பருமனுகவும், ஓரங்கள் மெல்லியதாகவும் இருக்கும் லென்ஸ் குவி-லென்ஸ் (convex lens) எனப்படும். லென்ஸின் மத்திய பாகம் மெல்லியதாகவும், ஓரங்கள் பருத்துமிருப்பது குழி-லென்ஸாகும் (concave lens).



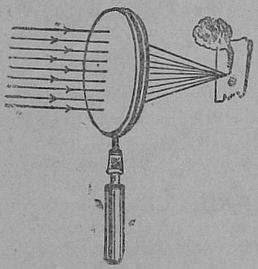
படம் 186 (a).
a, *b* குவி-லென்ஸ்.
c, *d* குழி-லென்ஸ்.

பரிசோதனை 55 :—ஒரு குவி-லென்ஸின் மூலமாக அச்செழுத்துப் போன்ற ஒரு பொருளை நோக்கு. பிறகு, லென்ஸைக் கொஞ்சங் கொஞ்சமாகப் பொருளை விட்டு நகர்த்திக்கொண்டே செல். பிம்பத்தின் அளவையும் தன்மையையும் கவனி.

குழி-லென்ஸை உபயோகித்து இம்மாதிரியே செய். என்ன வித்தியாசத்தைக் காண்கிறாய்?

பரிசோதனை 56 :—ஒரு பொருளுக்கு எதிரே குவி-லென்ஸைப் பிடித்து, அதன் மூலமாகப் பொருளை நோக்கி லென்ஸைச் சற்று மேலே தூக்கியும், கீழே இறக்கியும், பொருள் நகருவதாகத் தோன்றும் திசையைக் காண். குழி-லென்ஸை உபயோகித்து இம்மாதிரியே செய்.

பரிசோதனை 57 :—ஒரு குவி-லென்ஸை சூரிய வெளிச்சத்தில் பிடி. அதற்குப் பின்புறமாக ஒரு இடு திரையை முன்னும் பின்னும் நகர்த்தி, மிகப் பிரகாசமான பிம்பம் விழும் இடத்தில் வை. பிம்பம் விழும் இடம் லென்ஸின் முக்கிய குவியமாகும். லென்ஸின் மத்திய பாகத்திற்கும் முக்கிய குவியத்துக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் குவியத்தூரம் எனப்படும். இவ்விடத்தில் பஞ்சு, காகிதம் போன்ற பொருளைப் பிடித்தால், அது பற்றி எரியும்.



படம் 186 (b).

பரிசோதனை 58 :—ஒரு மெழுகுவர்த்திச் சுடருக்கு முன்பாக ஒரு குவி-லென்ஸைத் தாங்கியில் இட்டு, பின் பக்கத்தில் இடு திரையை வை. லென்ஸை வெகு தூரத்திலிருந்து சுடரை நோக்கி நகர்த்திக்கொண்டே வந்து, ஒவ்வொரு இடத்திலும் மிகப் பிரகாசமான பிம்பம் திரையின்மேல் விழச் செய். வெவ்வேறு தூரங்களுக்குச் சரியான பிம்பம் விழும் தானம், பிம்பத்தின் தன்மை, அளவு முதலியவற்றைக் காண்.

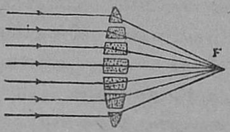
குவி-லென்ஸின் மூலமாகப் பார்க்கப்படும் பொருள் பெரிதாகவும், லென்ஸை அப்பால் நகர்த்தும்போது பிம்பம் பெரிதாகிக்கொண்டே வந்து, ஓரிடத்தில் மறையும். அதே போலப் பொருளானது லென்ஸ் நகரும் திசைக்கு எதிர்த்

திசையில் நகருவது போலவும் தோன்றுகிறது. குழி-லென்ஸினால் பார்க்கப்படும் பொருள், லென்ஸின் தூரம் எவ்வளவானாலும் பொருளைவிடச் சிறியதாகவும், தூரம் அதிகமாகும்போது வரவரச் சிறியதாகவும் புலப்படுகிறது. மேலும், பொருளின் பிம்பமும் லென்ஸும் ஒரே திசையில் நகருகின்றன.

குவி-லென்ஸினால் ஏற்படும் பிம்பத்தின் தூரம், அளவு முதலியவற்றுக்கும், பொருளின் தூரத்துக்கும் உள்ள சம்பந்தம் கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

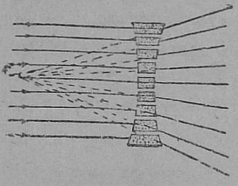
பொருளின் தானம்	பிம்பத்தின் தானம்	பிம்பத்தின் தன்மை	பிம்பத்தின் அளவு	உபயோகம்
1. வெகு தூரத்தில்	F-இல் (முக்கிய குவியத்தில்)	நிஜம், தலை கீழானது	மிகச் சிறியது	எரிக்கும் லென்ஸ் (burning lens)
2. 2f-க்கு அப்பால்	f-க்கும் 2f-க்கும் இடையே	,,	சிறியது	டெலிஸ்கோப்பில் பொருளருகு-லென்ஸ், போட்டோப்பெட்டி லென்ஸ்
3. 2f-இல்	2f-இல்	நிஜம், தலை கீழானது	பொருளின் அளவே	சூரிய வெளிச்சமின்றிக் குவிய தூரம் கண்டு பிடிக்க
4. f-க்கும் 2f-க்கும் இடையே	2f-க்கு அப்பால்	,,	பொருளை விடப் பெரியது	படவிளக்கு (மாய லாந்தர்) குவிக்கும் லென்ஸ், கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பின் பொருளருகு லென்ஸ்
5. F-இல்	வெகு தூரத்தில்	,,	,,	தீபஸ்தம்ப லென்ஸ் (light-house-lens)
6. f-ஐ விடக் குறைவு	பொருள் இருக்கும் பக்கத்தில்	மாய பிம்பம், நேரானது	பொருளை விடப் பெரியது	உருப்பெருக்கும் லென்ஸ் (பூதக் கண்ணாடி)

*f என்பது குவிய தூரம்; F முக்கிய குவியம்.



படம் 187.

படம் 187-இல் காட்டியபடி ஒரு குவி-லென்ஸை ஒன்றின் கீழ் ஒன்ருக வைக்கப்பட்ட முப்பட்டகங்களாகக் கருதலாம். வெகு தூரத்திலிருந்து வரும் ஒரு-போகு கிரணங்கள் லென்ஸின் மூலம் ஊடுருவிச் செல்லும்போது அதன் பருமனுன பாகத்தை நோக்கி இருதடவை முறிவடைந்து, ஒரே புள்ளியில் குவிகின்றன. இந்தப் புள்ளிதான் முக்கிய குவியம்.

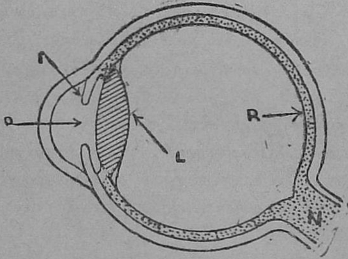

படம் 188.

படம் 188-இல் காட்டியபடி ஒரு குழி-லென்ஸை அனேக முப்பட்டகங்களால் ஆனதாகக் கொள்ளலாம். இம்மாதிரி லென்ஸின்மேல் விழும் ஒரு-போகு கிரணங்கள் முப்பட்டகத்தின், அல்லது லென்ஸின் பருமனுன பாகத்தை நோக்கி விலகும். ஆதலால், இக்கிரணங்கள் லென்ஸைவிட்டு வெளியேறியபின் ஒரே புள்ளியிலிருந்து விரிவதாகத் தோன்றும். இப்புள்ளி மாயக் குவியம் (virtual focus). ஆகையால் இம்மாதிரி லென்ஸினுல் உண்டாகும் பிம்பங்கள் மாய பிம்பங்களாகும். பொருளுக்கும் குழி-லென்ஸுக்கும் இடையே உள்ள தூரம் எதுவாயினும், பிம்பம் பொருளைவிடச் சிறியதாகவே யிருக்கும். மாய பிம்பம் நேரானதாகவே யிருக்கும்.

லென்ஸுகளின் உபயோகங்கள்

மனிதனுடைய கண்ணின் அமைப்பு ஒரு போட்டோப் பெட்டி, அல்லது காமிராவைப்போல் உள்ளது. கண்ணின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் 189-ஆம் படத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. கண்ணின் முன்பாகத்தில் ஒரு குவி-லென்ஸ் உள்ளது. இது விழி-லென்ஸ் எனப்படும்.

கண்ணின் லென்ஸுக்கு முன்னேயுள்ள இருஷ்ண படலம் (iris) என்ற திரையின் மத்தியிலுள்ள துவாரம் சுருங்கி விசாலிக்கும் தன்மையுடையது. இதற்குக் கண்மணி அல்லது பாவை (pupil) என்று பெயர். இது வெளிச்சத்துக்குத் தக்கபடி சுருங்கவும் விரியவும் சக்தி வாய்ந்தது என்று முன்னரே படித்திருக்கிறீர்கள். கண்ணின் பின்பாகத்தில் உள்ள நரம்புகளாலான திரைக்கு விழித்திரை (retina) என்று பெயர். பாவையின் மூலமாக உள்ளே வரும் கிரணங்கள் விழி-லென்ஸின் மூலமாகச் சென்று விழித்திரையின்மேல் குவியும். அதன் பயனாகப் பார்க்கப்பட்ட பொருளின் பிம்பம் விழித்திரையின்மேல் விழும். விழித்திரையினின்றும் பார்வை நரம்பு (optic nerve) இந்த பிம்பத்தின் உணர்ச்சியை மூளைக்கு எடுத்துச் செல்லுகிறது. மூளையின் வேலையினால்தான் நாம் பார்க்கும் உணர்ச்சியை அடைகிறோம்.



படம் 189.

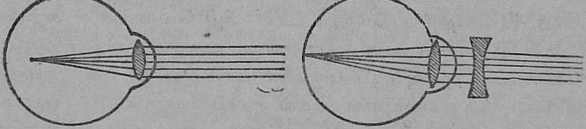
L=விழி-லென்ஸ், I=கிருஷ்ண படலம், R=விழித்திரை, O=கண்மணி, N=பார்வை நரம்பு.

கண்ணிலுள்ள விழி-லென்ஸ், பார்க்கப்படும் பொருளின் தூரத்துக்குத் தக்கபடி குவியத் தூரத்தை மாற்றிக் கொள்ளும் சக்தி வாய்ந்தது. தூரத்திலிருக்கும் பொருளைப் பார்க்கும்போது விழி-லென்ஸ் மெல்லியதாகிக் குவியத் தூரத்தை அதிகப்படுத்தியும், சமீபத்திலுள்ள பொருளை நோக்கும்போது தடித்துக் குவியத் தூரத்தைக் குறையச் செய்தும் பிம்பம் விழித்திரையின் மேலேயே விழும்படிச் செய்யும். விழி-லென்ஸின் இத் தன்மைக்கு

'ஏற்ப அமைதல் சக்தி' (power of accommodation) என்று பெயர்.

கண்ணின் குறைபாடுகள் :—சாதாரணமாக, பார்வையில் ஏற்படும் குறைகள் : கிட்டப் பார்வை (short sight), எட்டப் பார்வை (long sight), வெள்ளெழுத்து என்று மூன்று வகைப்படும்.

கிட்டப்பார்வையை உடையவன் சமீபத்திலுள்ள பொருள்களை மட்டும் நன்றாகப் பார்க்க முடியும்; தூரத்திலுள்ள பொருள்கள் அவனுக்குத் தெளிவாகத் தெரியா. அவனுடைய விழி-லென்ஸ் அதிகமாகக் குவிந்திருக்கும்; கண் விழி முன்னும் பின்னும் நீண்டிருக்கும். சமீபப் பொருள்களைப் பார்க்கும்போது பிம்பம் விழித்திரையின் மேலேயே விழும். தூரத்திலுள்ள பொருள்களிலிருந்து வரும் கிரணங்-

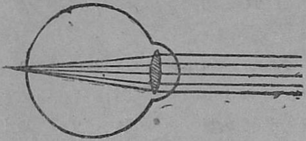


படம் 190 (*a*).
கிட்டப்பார்வை.

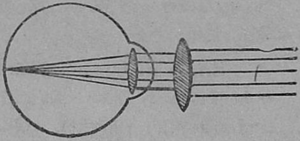
படம் 190 (*b*).
கிட்டப்பார்வையை நீக்குதல்.

கள் விழித்திரைக்குச் சற்று முன்னாலேயே குவியும் (படம் 190-a). இக்குறையை நீக்குவதற்குத் தகுந்த அளவுள்ள குழி-லென்ஸ் (concave lens) மூக்குக்கண்ணாடியை உபயோகித்தல் வேண்டும். இது கிரணங்களைச் சிறிது விரியச் செய்து விழித்திரையின் மேலேயே குவியும்படிச் செய்யும் (படம் 190-b).

எட்டப் பார்வையை யுடைய ஒருவன் தூரத்திலுள்ள பொருள்களை நன்றாகப் பார்க்கக்கூடும். சமீபத்திலுள்ள பொருள்களைப் பார்க்கும்போது கிரணங்கள் விழித்திரைக்குப் பின்னால் குவியும் (படம் 191-a). இக்குறையுள்ள



படம் 191 (a).
எட்டப் பார்வை.

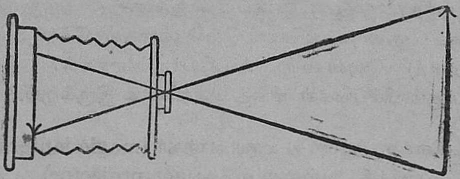


படம் 191 (b).
எட்டப் பார்வையை நீக்குதல்.

கண்விழி குறுகியிருக்கும். இதைச் சரிப்படுத்தத் தகுந்த குவி-லென்ஸை உபயோகிக்க வேண்டும். குவி-லென்ஸ் (convex lens) கிரணங்களை அதிகமாகக் குவியச்செய்து விழித்-திரையின்மேல் பிம்பம் விழும்படிச் செய்யும் (படம் 191-b).

சாளேஸ்வரம் அல்லது வெள்ளெழுத்து :—சாதாரணமாக 40 வயதிற்கு மேற்பட்டால் விழி லென்ஸைச் சுற்றியுள்ள தசைகள் வலுக்குறைவடைவதனுல், விழி-லென்ஸ் வேண்டிய அளவுக்குப் பருமனை மாற்றிக்கொள்ள முடிவதில்லை. இக்குறையுள்ளவர்கள் தூரப் பொருள்களைப் பார்ப்பதற்கு ஒரு லென்ஸையும், புத்தகங்கள், சமீபத்திலுள்ள எழுத்துக்கள் இவற்றைப் படிப்பதற்காக மற்ருெரு கண்ணுடியையும் உபயோகிக்க வேண்டும். சாதாரணமாக, ஒரேசட்டத்தில் மேல்பாகத்தில் தூரப்பொருள்களைப் பார்ப்பதற்கும், கீழ்ப்பாகத்தில் படிப்பதற்கும் தேவையான கண்ணுடிகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

போட்டோப் பெட்டி அல்லது காமிரா :—இப்பெட்டியில் படம் பிடிக்கவேண்டிய பொருள்களின் பிம்பங்களைப் பிடிக்கக் குவி-லென்ஸ் உபயோகிக்கப்படுகிறது. ஒளி செல்ல முடியாத ஒரு பெட்டியின் முன்பக்கத்தில் ஒரு குவி-லென்ஸும் பெட்டியின் பின்புறத்தில் தேய்த்த கண்ணுடித் தட்டும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். பெட்டியின் முன்பாகமும், பின்பாகமும் துருத்திபோன்ற மடிப்புகளுள்ள அமைப்பால்



படம் 192.

இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இவ்வமைப்பினால் லென்ஸுக்கும் திரைக்கும் உள்ள தூரத்தை வேண்டியபடி மாற்றிக்கொள்ள இயலும் (படம் 192).

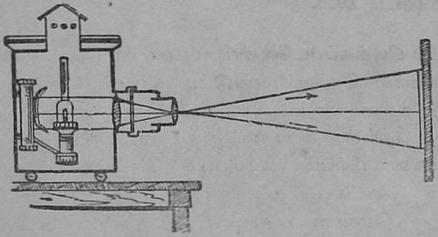
படம் பிடிக்கப்படவேண்டிய பொருள் லென்ஸின் 2f-க்கும் அப்பால் இருக்கவேண்டும். பிறகு லென்ஸுக்கும் கண்ணாடித்திரைக்கும் இடையேயுள்ள தூரத்தைச் சரி செய்து, தேய்த்த கண்ணாடித் திரையின்மேல் தெளிவான பிரகாசமான பிம்பம் விழும்படிச் செய்வார்கள். f-க்கும் 2f-க்கும் இடையே, தலைகீழான சிறிய பிம்பம் விழும். இப்போது லென்ஸை மூடிவிட்டுத் திரையுள்ள இடத்தில் படம் பதிவுக்கண்ணாடியை (sensitive plate) வைத்து வெளிச்சத்துக்கேற்றபடி லென்ஸைச் சிறிது நேரம் திறந்து மூடியதும், படம் பதிவுக் கண்ணாடியில் பொருளின் பிம்பம் விழும்.

இருட்டறை அல்லது சிவப்பு வெளிச்சம் முறைகளில் சில இரசாயனக் கரைசல்களில், படம் பதிவுக் கண்ணாடியைப் போட்டு எடுப்பதனால் நெகெட்டிவ் (negative) கிடைக்கும். நெகெட்டிவில் பொருளின் பிரகாசமான பாகங்கள் கறுப்பாகவும், கறுப்பு நிறப் பாகங்கள் தெளிவாகவும் தோற்றமளிக்கும். நெகெட்டிவிலிருந்து இரசாயனப் பூச்சுக் காகிதங்களில் பாஸிடிவ் என்ற படங்களைத் தயாரிக்கலாம்.

உயர்தரப் போட்டோப் பெட்டிகளில் ஒரு லென்ஸுக்குப் பதிலாக அனேக லென்ஸுகள் சேர்ந்த கூட்டு (compound) லென்ஸை உபயோகிப்பார்கள். இதனுல் உண்டாகும் பிம்பங்கள் மிகத் தெளிவாக இருக்கும்.

படவிளக்கு அல்லது மாய லாந்தர் (magic lantern), வீழ்த்தி அல்லது விக்ஷேபம் (projector)

பட விளக்கில் ஒரு முனையில் குழிவான ஆடியொன்றுளது. இதற்கு முன்னே பிரகாசமான தீபம் ஆடியின் முக்கியக் குவியத்தில் அமைந்திருக்கும். தீபத்திலிருந்து



படம் 193. படவிளக்கு.

ஆடியின் மேல் விழும் கிரணங்கள் ஒரு-போகுக் கதிர்களாகப் பிரதிபலிக்கப்பட்டு, தீபத்துக்குமுன் உள்ள ஒளி-தொகுப்பான் (condenser) என்ற குவி-லென்ஸின் மேல் விழும். அதிலிருந்து வெளியே வரும் கிரணங்கள் படம் உள்ள படவிளக்கு ஸ்லைடைப் (slide) பிரகாசப்படுத்தும். இதுதான் வஸ்து. அதன் முன்னே மற்ருெரு பலமான குவி-லென்ஸ் உளது. குவிக்கும் லென்ஸ் (focussing lens) என்று அதற்குப் பெயர். ஸ்லைடு, குவிக்கும் லென்ஸுக்குப் பின்புறம் f-க்கும் 2f-க்கும் இடையே யிருக்குமாதலால், அதன் பிம்பம் லென்ஸுக்கு முன்னேயுள்ள ஒரு வெள்ளை நிறத் திரையில் 2f-க்கு அப்பால் விழும். ஸ்லைடில் உள்ள படம் தலைகீழாக

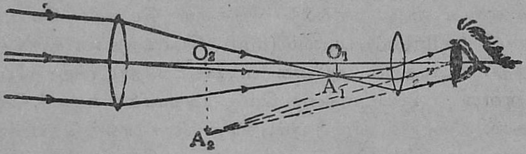
இருந்தால் திரையில் விழும் நிஜபிம்பம் நேரானதாகவும், பெரியதாகவும் இருக்கும்.

சினிமா வீழ்த்திகளிலும் இம்மாதிரியாகவே குவிக்கும்-லென்ஸ் உண்டு. ஸ்லைடு இருக்கும் இடத்தில் ஸெல்லுலாய்டு (celluloid) படலம் (film) பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இந்தப் படலத்தில் அனேக படங்கள் தொடர்ந்தாற்போல் உள்ளன. இப்படலத்தை வெகு வேகமாகச் சுழலச் செய்வதால் திரையில் விழும் பிம்பங்கள் வேகமாகத் தொடர்ந்து உண்டாகுமாதலால் ஓடுவது, நடப்பது போன்ற தோற்றம் உண்டாகிறது. கண்ணில் படும் பிம்பங்கள் $\frac{1}{10}$ செகண்டுக்குள் உண்டாகுமானால், அவை தனித்தனியாகத் தோன்றாமல் ஒன்றாகவே புலப்படும்.

டெலிஸ்கோப்பு (telescope) :—வெகு தூரத்திலுள்ள பொருள்களைச் சமீபத்தில் இருப்பது போல் காண்பதற்கு உபயோகப்படும் கருவி டெலிஸ்கோப்பாகும். இதில் ஒரு வகை, வானத்திலுள்ள சந்திரன், விண்மீன்கள் போன்ற பொருள்களைப் பார்ப்பதற்கு உதவும். அதற்கு வானசாத்திர டெலிஸ்கோப்பு (astronomical telescope) என்று பெயர். இதில் பிம்பம் தலைகீழாக இருக்கும். விண்மீன்கள் எல்லாம் கோளங்களாதலால் பிம்பங்கள் தலைகீழாக உண்டானாலும் பாதகமில்லை. பூமியிலுள்ள பொருள்களைப் பார்ப்பதற்கு அனுகூலமாகப் பிம்பங்கள் நேராக இருக்கவேண்டும். அதற்குப் பயன்படும் டெலிஸ்கோப்புகள் பௌமிய அல்லது பூமி (terrestrial) டெலிஸ்கோப்புகள் எனப்படும்.

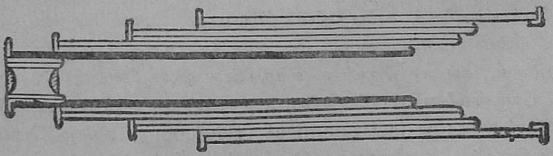
வான சாத்திர டெலிஸ்கோப்பு :—இதில் இரண்டு குவி-லென்ஸுகள் உள. பொருளருகு-லென்ஸ் (object glass), கண்ணருகு-லென்ஸைவிட (eye-piece) அதிகமான குவியத் தூரமுள்ளது. பார்க்கப்படவேண்டிய தூர வஸ்துவை நோக்கிப் பொருளருகு-லென்ஸைப் பிடித்தால், இந்த லென்ஸுக்குப் பின்புறத்தில் F-இல் அப்பொருளின் நிஜ, தலை-

கீழான சிறிய பிம்பம் உண்டாகிறது. இப்படி உண்டாகும் பிம்பம் கண்ணருகு-லென்ஸின் முக்கிய குவியத்துக்குள் (F-க்குள்) விழும்படிச் செய்தால் இரண்டாவது லென்ஸின்



படம் 194. வான சாத்திர டெலிஸ்கோப்பு.

மூலமாகப் பார்க்கும்போது முதல் பிம்பத்தின் மாய பிம்பம், அதைவிடப் பெரியதாகத் தெரியும். ஆனால், பிம்பம் தலை கீழாகவும், பொருளைவிட மிகச் சிறியதாகவுமே காணப்படும்.



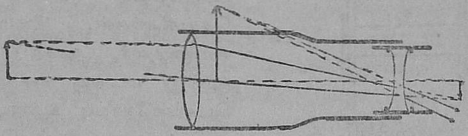
படம் 195. வான சாத்திர டெலிஸ்கோப்பு.

லென்ஸுகள் உலோகச் சட்டங்களில் பொருத்தப்பெற்றிருப்பதால் லென்ஸுகளுக்கு இடையே உள்ள தூரத்தைச் சரிசெய்து கொள்ளலாம் (படம் 195).

பௌமிய அல்லது பூமி டெலிஸ்கோப்பில் பொருளருகு-லென்ஸினால் உண்டாகும் பிம்பம், மற்றொரு குவி-லென்ஸினால் நேராக்கப்பட்டு, பிறகு இந்தப் பிம்பம் கண்ணருகு-லென்ஸினால் பெரிதாக்கப்படுகிறது. தனியாக உபயோகமாகும் லென்ஸின் 2f-இல் பொருளருகு-லென்ஸினால் உண்டாகும் பிம்பம் விழுவதனால், பிம்பம் நேராக மாற்றப்பெறும். இந்தப் பிம்பத்தின் தூரம் கண்ணருகு-லென்ஸின்

குவியத்தூரத்துக்குள் இருப்பதால், அதைவிடப் பெரிய நேரான பிம்பம் உண்டாகும்.

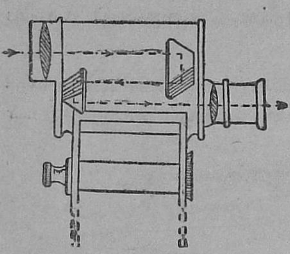
பைனகுலர் (binocular) :—நாடகக் கொட்டகைகளிலும், பந்தய ஓட்டத்தைக் கவனிப்பதற்கும் பைனகுலர்கள்



படம் 196. கலிலியோ பைனகுலர்.

உபயோகப்படுகின்றன. இது இரண்டு கண்களும் பார்ப்பதற்கு இரண்டு டெலிஸ்கோப்புகள் சேர்ந்த ஒரு கருவி. வானசாத்திர டெலிஸ்கோப்பின் அமைப்பினின்றும் இது சற்று வித்தியாசப்படும். சாதாரண டெலிஸ்கோப்பில் இருப்பது போலவே இதிலும் ஒரு குவி-லென்ஸ் பொருளின் நிஜபிம்பத்தை உண்டாக்குகிறது. ஆனால், பிம்பம் உண்டாகும் இடத்துக்குச் சற்று முன்னலேயே ஒளிக்கற்றை ஒரு குழி-லென்ஸின்மேல் விழும்படிச் செய்யப்படுகிறது. ஆகையால், இதில் கண்ணருகு-லென்ஸ், மற்றதில் போலன்றிக் குழி-லென்ஸாகும். ஆகையால், கண்ணருகு-குழி லென்ஸின் வழியாகப் பார்க்கப்படும் பிம்பம் மாயபிம்பம்; நேராக இருக்கும். இதில் தெரியும் பிம்பம் வான சாத்திர டெலிஸ்கோப்பில் உண்டாவதைப்போல் அவ்வளவு பெரியதாகக் காணப்படாது. ஆனால் ஓடும் குதிரை, தொலைவிலுள்ள பொருள் இவற்றைப் பார்ப்பதற்கு இது பயன்படும். ஜுபிடர் (Jupiter) என்ற கிரகத்தைப் பார்ப்பதற்குக் கலிலியோ (Galileo) என்ற விஞ்ஞானியினல் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட கருவி இவ்வகையானதே.

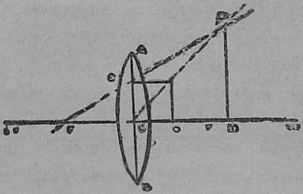
முப்பட்டக பைனகுலர் :—இவ்வகை பைனகுலரில் ஒவ்வொரு கண்ணுக்கும் ஒரு டெலிஸ்கோப்புடன் கூட



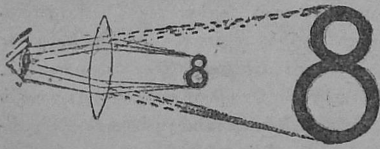
படம் 197.
முப்பட்டக பைனாகுலர்.

இரண்டு சம பக்க செங்கோண முப்பட்டகக் கண்ணாடிகளை உபயோகித்துக் கிரணங்களைப் பூரண அகப் பிரதிபலிப்பு அடையச் செய்கிறார்கள். இம்மாதிரி பைனாகுலர், அதைப்போல் மூன்று மடங்கு நீளமுள்ள டெலிஸ்கோப்பு உண்டாக்கும் அளவைவிடப் பெரிய பிம்பத்தை உண்டாக்கும்.

உருப்பெருக்குக் கண்ணாடிஅல்லது தனி மைக்ரோஸ்கோப்பு (magnifying glass or simple microscope) :—குறைந்த குவியத் தூரத்தையுடைய ஒரு குவி-லென்ஸ் தனி மைக்ரோஸ் கோப்பாகும். கண்ணுக்குச் சமீபத்தில் லென்ஸைப் பிடித்துக் கொண்டு, லென்ஸின் குவியத்தூரத்துக்குள்ளாக ஒரு பொருளை வைத்தால் நேரான பெரிய மாயபிம்பம் உண்டாகும். இப்படி உண்டாகும் பிம்பம் கண்ணிலிருந்து 10 அல்லது 12 அங்குல தூரத்தில் விழவேண்டும். இந்தத் தூரத்துக்குள்ளாகப் பிம்பம் உண்டானால், அது தெளிவாகத்தெரியாது. ஆகையால்



படம் 198 (a).

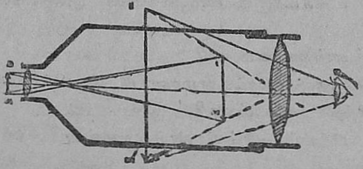


படம் 198 (b).
உருப்பெருக்குக் கண்ணாடி.

10, 12 அங்குல தூரத்தில் பிம்பம் விழும்படி பொருளை அமைத்துக்கொள்ள வேண்டும் (படம் 198).

கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பு (compound microscope)

பூதக்கண்ணுடியை உபயோகிப்பதினுல் ஒரு பொருள் ஓரளவு பெரிதாகக் காட்டப்படும். ஆனுல், இரண்டு குவி-லென்ஸுகளை உபயோகிப்பதால், பொருள் பல மடங்கு பெரிதாகத் தோற்றமளிக்கும். டெலிஸ்கோப்பில் போலவே இதிலும் குவியத்தூரம் வித்தியாசமுள்ள இரண்டு குவி-லென்ஸுகள் உண்டு. ஆனுல், குறைந்த குவியத்தூர-முள்ள லென்ஸ் பொருளருகு-லென்ஸாகவும், அதிகக் குவியத் தூரமுள்ளது கண்ணருகு-லென்ஸாகவும் பயன்-படும். ஒரு மிகச் சிறிய பொருளின் தூரம் பொருளருகு-லென்ஸின் F-க்குச் சற்று அப்பால் இருக்கவேண்டும். அப்போது அந்த லென்ஸுக்குப்பின்-புறம் 2f-க்கு அப்-பால் பொருளின் தலை கீழான, பெரிய நிஜ-பிம்பம் உண்டாகும். இப் பிம்பம் கண்ண-ருகு - லென்ஸுக்கு F-க்குள்ளாகவே விழும்படி லென்ஸை அமைத்தால், முதல் பிம்பத்தைவிடப் பெரிய பிம்பம் உண்டாகும். இதுவும் தலைகீழாகத்தானிருக்-கும். பொருளைத் தலைகீழாக வைத்தால் பிம்பம் நேராக இருக்-கும்படிச் செய்யலாம். இந்த லென்ஸுகளுக்கு இடையே உள்ள தூரத்தை மாற்றி அமைத்துக் கொள்ளுமாறு அவை உலோகச் சட்டங்களில் பொருத்தப்பட்டிக்கும்.



படம் 199.
கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பு.

கேள்விகள் :

1. *சுயம் பிரகாசிகள், ஒளிரா வஸ்துக்கள்—இவற்றிற்கு உதாரணம் கூறுக.*

2. ஒளி புகா வஸ்து, ஒளி புகும் வஸ்து, ஒளி கசியும் வஸ்து—இவைகளுக்கு உதாரணம் தருக.
3. ஒளிக் கிரணம், கற்றை என்றால் என்ன ?
4. ஒருங்கு கற்றை, விரியும் கற்றை, ஒரு-போகு கற்றை—இவற்றின் படம் வரை.
5. ஒளி நேர்கோடுகளிலேயே செல்லுவதை எப்படி நிரூபிப்பாய்? இதன் பயன் என்ன ?
6. ஒளி பிரதிபலித்தல் என்றால் என்ன? பிரதிபலித்தலின் விதிகளைக் கூறு.
7. பிரதிபலித்தலின் விதிகளை எப்படி நிரூபிப்பாய் ?
8. படுகோணம் 45°, 30°, 60° ஆனால், படுகிரணத்துக்கும் பிரதிபலித்த கிரணத்துக்கும் இடையே உள்ள கோணம் என்ன? ஒரு கிரணம் ஆடியின் தளத்துக்கு செங்கோணத்தில் விழுந்தால் அது எவ்வாறு பிரதிபலிக்கும்?
9. சமதள ஆடியினால் உண்டாகும் பிம்பங்களின் குணங்கள் யாவை?
10. 'இடவல மாற்றம்' என்றால் என்ன ?
11. ஒழுங்கான பிரதிபலித்தல், ஒழுங்கீனமான பிரதிபலித்தல்—இவற்றிற்குள்ள வித்தியாசமென்ன ?
12. நிஜ பிம்பம், மாய பிம்பம்—இவ்விரண்டுக்குமுள்ள வித்தியாசம் என்ன ?
13. இரு சமதள ஆடிகள் ஒன்றுக்கொன்று 60°, 90°, 45°-யிலும், இணையாகவும் இருந்தால் அவற்றுக்கு இடையேயுள்ள ஒரு வஸ்துவின் பிம்பங்கள் எத்தனை உண்டாகும்?
14. 'கலைடோஸ்கோப்பு' என்பது என்ன? அதன் தத்துவத்தை விளக்கு.
15. பிரதிபலிக்கும் பெரிஸ்கோப்பின் படம் வரைந்து, அது எப்படி வேலை செய்கிறது என்று விளக்கு.
16. சமதள ஆடியின் சில உபயோகங்களைக் கூறு.
17. குழிவான ஆடிக்கும், குவி-ஆடிக்கும் எவ்வாறு வித்தியாசம் காண்பாய் ?
18. குழிவான ஆடியின் குவியத்தூரம் என்றால் என்ன? அதை எப்படிக் கண்டுபிடிப்பாய் ?

19. குவி-ஆடி என்ன விதமான பிம்பத்தை உண்டாக்கும்?
20. குழிவான ஆடிக்கு (*a*) வெகுதூரத்தில், (*b*) 2f-க்கு அப்பால், (*c*) 2f-இல், (*d*) f-க்கும் 2f-க்கும் இடையே, (*e*) F-இல், (*f*) F-க்குள் ஒரு வஸ்து இருப்பதால் உண்டாகும் பிம்பத்தின் தன்மை, அளவு, இடம் முதலியவை என்ன?
21. ஒரு குழி-ஆடி எப்பொழுது (*a*) பெரிய நிஜ பிம்பத்தை, (*b*) சிறிய பிம்பத்தை உண்டாக்கும்?
22. குழி-ஆடி எவ்வாறு உபயோகப்படுகிறது?
23. மோட்டார்களில் குவி, குழி - ஆடிகள் எங்கே உள்ளன? அவை எப்படிப் பயன்படுகின்றன?
24. பல் வைத்தியர் குழி-ஆடியை உபயோகிக்கிறார். மோட்டார் ஓட்டிக்குப் பக்கத்தில் குவி-ஆடி பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. ஏன்?
25. 'ஒளி முறிவு' என்றால் என்ன?
26. (*a*) காற்றிலிருந்து கண்ணாடிக்குள், (*b*) கண்ணாடியினுள் இருந்து காற்றுக்குள் ஒளி செல்லும்போது அதன் திசை எப்படி மாறுதல் அடைகிறது? படம் வரை.
27. ஒரு படம் வரைந்து, காற்றிலிருந்து ஒரு கண்ணாடிப் பட்டையின் மூலம் வெளிவரும் கிரணம் அடையும் மாறுதலைக் காட்டு.
28. ஒளிக்கதிர் ஒரு பட்டைக் கண்ணாடியின் மூலமாகப் பிரவேசித்து வெளிவரும்போது அடையும் மாறுதல் என்ன?
29. கீழ்க்கண்டவற்றுக்குப் படம் வரை:—(*a*) தண்ணீருக்குள் சாய்வாகப் பிடிக்கப்பட்ட கோலின் தோற்றம், (*b*) பாத்திரத்திலுள்ள தண்ணீரின் அடியிலுள்ள ஒரு நாணயத்தின் தோற்றம், (*c*) தண்ணீரில் செங்குத்தாக வைக்கப்பட்ட கோலின் உருவம்.
30. (*a*) அந்திக் கருக்கல் எப்படி உண்டாகிறது? (*b*) சூரியன், நட்சத்திரங்கள் முதலியவை அவை உண்மையில் இருக்கும் தானத்தைவிட அதிக உயரத்திலிருப்பதுபோலத் தோன்றுவது ஏன்?
31. தினசரி வாழ்க்கையிலிருந்து ஒளி முறிவுக்குச் சில உதாரணங்கள் தருக.

32. முப்பட்டகக் கண்ணாடியின் வழியாகச் செல்லும் ஒளிக்-கதிரின் பாதையை விளக்கப் படம் வரை.

33. முப்பட்டகத்தில் ஒளியின் திசைமாற்றக் கோணத்தை விளக்கப் படம் வரை.

34. முப்பட்டகத்தின் மூலமாகப் பார்க்கப்படும் வஸ்துவின் தோற்றத்தில் என்ன வித்தியாசம் ஏற்படுகின்றது?

35. மாறுதானக் கோணம், பூரண-அகப்பிரதிபலிப்பு, நிறப்-பிரிகை—இவற்றை விளக்கு.

36. தண்ணீரிலும், கண்ணாடியிலும் மாறுதானக் கோணங்கள் என்ன ?

37. வைரம் ஜ்வலிப்பது ஏன்?

38. ஒரு காலி சோதனைக் குழாயைச் சாய்வாக ஒரு முகவை-யிலுள்ள தண்ணீரில் பிடித்தால், தண்ணீருக்குள் குழா-யின் பாகம் எவ்வாறு காணப்படுகிறது ? ஏன்? குழாய்க்-குள் தண்ணீர் வார்த்தால் தோற்றத்தில் என்ன மாறுதல் ஏற்படும் ? ஏன் ?

39. இரு சமபக்க செங்கோண முப்பட்டகத்தைக் கொண்டு ஒளியின் பூரண-அகப்பிரதிபலிப்பை விளக்கப் படம் வரை.

40. முப்பட்டகத்தின் உதவியால் சூரிய வெளிச்சத்தில் ஏழு வர்ணங்கள் உள்ளன என்று தொகுப்பு முறையிலும், பாகுபாடு முறையிலும் எப்படி நிரூபிப்பாய்?

41. சூரிய ஒளியின் நிறமாலையை எப்படி உண்டாக்குவாய்? நிறமாலையிலுள்ள நிறங்களின் வரிசைக் கிரமம் யாது ?

42. வானவில் எப்பொழுது, எத்திசையில் காணப்படும்? ஏன் ?

43. வானவில் எப்படி உண்டாகிறது என்பதைப் படம் வரைந்து விளக்கு.

44. குவி-லென்ஸுக்கும், குழி-லென்ஸுக்கும் எவ்வாறு வித்தியாசம் கண்டுபிடிப்பாய்?

45. குழி-லென்ஸினால் உண்டாகும் பிம்பத்தின் தன்மை யாது?

46. இரு புறக் குவி-லென்ஸின் குவியத் தூரத்தை எவ்வாறு காண்பாய் ?

47. குவி-லென்ஸுக்கு (*a*) வெகு தூரத்தில், (*b*)2f-க்கு அப்பால், (*c*) 2f-ல், (*d*) f-க்கும் 2f-க்கும் இடையே, (*e*) f-ல், (*f*) f-க்குள், இருக்கும் ஒரு வஸ்துவின் பிம்பம் உண்டாகும் இடம், அளவு, அதன் தன்மை—இவற்றை விவரிக்க.

48. (*a*) டெலிஸ்கோப்பு, (*b*) லைட்ஹவுஸ் லென்ஸ், (*c*) போட்டோப் பெட்டி, (*d*) படவிளக்கு, (*e*) தனி மைக்ரோஸ்கோப்பு —இவை ஒவ்வொன்றிலும் வஸ்துவுக்கும் பிம்பத்துக்கும் உள்ள சம்பந்தத்தை விளக்கு.

49. ஓர் இரு புறக் குவி-லென்ஸை தனி மைக்ரோஸ்கோப்பாக எப்படி உபயோகிப்பாய்? படம் வரைந்து காட்டு.

50. இரு புறக் குழி-லென்ஸின் ஒரு உபயோகத்தைக் கூறு.

51. டெலிஸ்கோப்புக்கும் மைக்ரோஸ்கோப்புக்கும் என்ன வித்தியாசம்?

52. பௌமிய (பூமி) டெலிஸ்கோப்புக்கும், வான சாத்திர டெலிஸ்கோப்புக்கும் என்ன வித்தியாசம்?

53. பௌமிய, வான சாத்திர டெலிஸ்கோப்புகள் பிம்பம் உண்டாக்குவதை விளக்கப் படம் வரை.

54. கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பு பிம்பம் உண்டாக்குவதைப் படத்துடன் விளக்கு.

55. படவிளக்கின் (மாயலாந்தர்) பாகங்களைக் குறித்து, படம் வரை. ஒவ்வொரு பாகத்தின் உபயோகத்தையும் விளக்கு.

56. போட்டோப் பெட்டியும், மாயலாந்தரும் எதிரிடையான தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. எப்படி?

57. போட்டோப் பெட்டிக்கும், கண்ணுக்கும் உள்ள ஒற்றுமை வேற்றுமைகளைக் குறிப்பிடுக.

58. கண்ணிலுள்ள லென்ஸின் பிரத்தியேகமான குணம் யாது?

59. ‘கிட்டப்பார்வை’ என்றால் என்ன? அதற்குக் காரணம் யாது? இக்குறையை நிவர்த்திக்க எந்த விதமான லென்ஸை உபயோகிக்க வேண்டும்?

60. ‘எட்டப் பார்வை’ என்றால் என்ன? இதை எப்படித் திருத்தலாம்?

61. 'கிட்டப் பார்வை', 'எட்டப் பார்வை'—இவற்றை லென்ஸுகளைக் கொண்டு எப்படித் திருத்தலாம் என்பதைப் படம் வரைந்து விளக்கு.

62. சினிமா வீழ்த்தி (projector)க்கும் மாயலாந்தருக்கும் என்ன வித்தியாசம்? படங்கள் சலனமடைவதாகத் தோற்றமளிப்பதன் தத்துவம் என்ன?

63. பைனுகுலர் என்றால் என்ன?

64. முப்பட்டக பைனுகுலரின் படம் வரைந்து, அதன் தத்துவத்தை விளக்கு.

65. 'சாளேஸ்வரம்' என்றால் என்ன? அதற்குக் காரணம் யாது? அதை எப்படி நிவர்த்திக்கலாம்?

66. கலிலியோவின் டெலிஸ்கோப்பை விளக்கு.

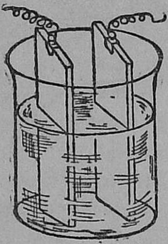
அத்தியாயம் 18

மின்சாரம் (Electricity)

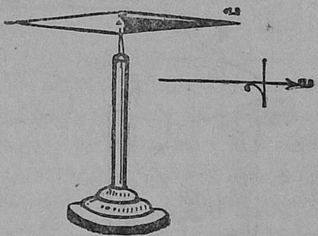
பிரதம கலங்களும், மின்கல அடுக்குகளும் (Primary cells and batteries)

மின்சாரத்தினால் தினசரி வாழ்க்கையிலும் மற்றத் துறைகளிலும் எவ்வளவு நன்மை ஏற்படுகிறது என்று நான்காம் படிவ புத்தகத்தில் படித்தீர்கள். மின்சாரம் எப்படி உண்டாகிறது என்று இப்படிவத்தில் தெரிந்து கொள்வோம்.

பரிசோதனை 59 :—ஒரு சிறு முகவையில் நீர்த்த கந்தக அமிலம் கொஞ்சம் எடுத்துக்கொள். அதனுள் சிறு தாமிரத் தகடு ஒன்றையும், துத்தநாகத் தகடு ஒன்றையும் வை. இரு தகடுகளையும் பருத்தி நூல் அல்லது பட்டினால் காப்பிடப்பட்ட தாமிரக் கம்பியினால் திரவத்துக்கு வெளியே இணை. இரு தகடுகளும் ஒன்றையொன்று தொடக்கூடாது. மேஜையின்மேல் வைக்கப்பட்ட காந்த ஊசிக்கு இணை-



படம் 200.
வோல்ட்டா
மின்கலம்.

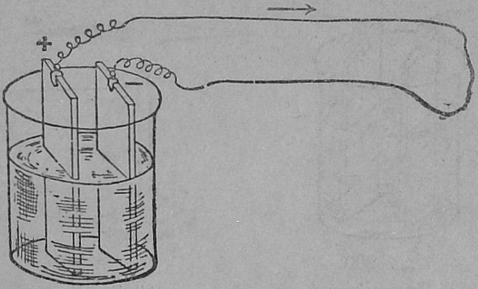


படம் 201.
காந்த ஊசி.

யாகவும், சமீபத்திலும் தாமிரக் கம்பி இருக்குமாறு செய். காந்த ஊசி விலகுவதைக் காண். காந்த ஊசி விலகுவது தாமிரக் கம்பியில் மின்சாரம் இருப்பதைத் தெரிவிக்கிறது.

பரிசோதனை 60 :— முன் சோதனையில் உலோகத் தகடுகளுடன் இணைக்கப்பட்ட தாமிரக் கம்பிகளின் முனைகளை நாக்கில் படும்படி செய். விருவிருப்பான உணர்ச்சி உண்டாகிறதல்லவா ? இதுவும் தாமிரக் கம்பி-யில் மின்சாரம் இருப்பதைக் காட்டுகிறது.

1794-ஆம் ஆண்டில் இத்தாலி தேசத்து விஞ்ஞானி வோல்ட்டா (Volta) என்பவர் மேலே கூறப்பட்ட உபகரணங்களையே உபயோகித்து மின்சாரத்தை உண்டுபண்ணினர். ஆதலால், இவ்வுபகரணத்துக்கு வோல்ட்டா மின்கலம் (Voltaic cell) என்று பெயரிடப்பட்டது. சாதாரண வோல்ட்டா மின்கலத்தில் அவசியமானவை நீர்த்த கந்தக அமிலம், தாமிரம், துத்தநாகத் தகடுகள், அவற்றை இணைக்க உதவும் தாமிரக் கம்பிகள். வேறு சிலவகை மின்கலங்களில் தாமிரத் தகட்டுக்குப் பதிலாக கார்பன் தகடு அல்லது கோலை உபயோகிப்பதுண்டு. தாமிரம் அல்லது கார்பன் அதிக மின் அழுத்தத்திலும் (electric potential), துத்தநாகம் தாழ்ந்த



படம் 202. வோல்ட்டா மின்கலம்.

மின் அழுத்தத்திலும் இருப்பதாகக் கருதப்படுகிறது. மேலும் மின்சாரம், வெளியே தாமிரம் அல்லது கார்பனிலிருந்து துத்தநாகத்துக்கும், திரவத்தினுள் துத்தநாகத்திலிருந்து தாமிரத்துக்கும் செல்வதாகக் கருதுகிறார்கள். கார்பன் அல்லது தாமிரம், நேர்-மின்-வாய் (positive electrode) என்றும், துத்தநாகம் எதிர்-மின்-வாய் (negative electrode) என்றும் கொள்ளப்படுகிறது. இரு மின்-வாய்களும் வெவ்வேறு உலோகங்களாக அல்லது தனிப் பொருளாக இருப்பதுடன் ஒன்று திரவத்தில் கரையக்கூடியதாகவும், மற்றொன்று கரையாததாயும் இருப்பதால்தான் மின்சாரப் பிரவாகம் ஏற்படுகிறது.

இம்மாதிரி வோல்ட்டா மின்கலத்தை கொஞ்ச நேரம் உபயோகத்தில் வைத்திருந்தால், அதில் உண்டாகும் மின்சாரத்தின் சக்தி வரவரக் குறைகிறது. இதற்குக் காரணம் வோல்ட்டா மின்கலங்களில் இரண்டு குறைபாடுகள் இருப்பதுதான். இக்குறைகள் உள்ளிட நிகழ்ச்சி (local action), துருவகரணம் (polarisation) எனப்படும்.

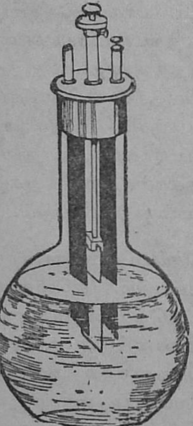
வோல்ட்டா மின்கலத்தில், துத்தநாகம் அமிலத்தில் கரைகிறது. இப்படியுண்டாகும் இரசாயனக் கிரியையினுல்

மின்சார ஜனனம் ஏற்படுகிறது. தாமிரத் தகட்டையும், நாகத் தட்டையும் இணைக்கும் கம்பியை நீக்கிவிட்ட போதிலும், நாகத் தகட்டில் வாயுக் குமிழிகள் உண்டாவதைப் பார்க்கலாம். ஏனெனில், வாணிப துத்தநாகத்தில் எப்பொழுதும் கார்பன், இரும்பு அசுத்தங்கள் இருக்கும். துத்தநாகத்துக்கும், இவ்வசுத்தங்களுக்கு மிடையே வேறு சில சிறிய மின் ஓட்டங்கள் உண்டாகின்றன. இதன் பயனுகத் துத்தநாகம் வீணுக்கப்படுகிறது. இக் குறைக்குத்தான் **உள்ளிட நிகழ்ச்சி** என்று பெயர். சுத்தமான துத்தநாகத் தகடு அதிக விலையுள்ளது. அதை உபயோகப்படுத்துவது சாத்தியமல்ல. ஆதலால், துத்தநாகத் தகட்டை ரசக்கலவை (amalgamate) செய்வதே வழக்கம். இதற்கு முதலில் துத்தநாகத் தகட்டை நீர்த்த கந்தக அமிலத்தில் சிறிது நேரம் வைத்து, அசுத்தங்களை நீக்கியபின் பஞ்சின் உதவியால் தகட்டின்மேல் பாதரசத்தைத் தேய்ப்பார்கள். பாதரசம் துத்தநாகத்தை மட்டும் கரைக்குமாதலால், மற்ற அசுத்தங்கள் அமிலத்துடன் சேரவொட்டாமல் தடுக்கப்படும்.

துத்தநாகத் தகடு ரசக்கலவை செய்யப்பட்டதாயிருப்பினும், மின்சாரத்தின் சக்தி குறைவுபடும். ஏனெனில், துத்தநாகத் தகட்டிலிருந்து வெளிப்படும் ஹைடிரஜன் குமிழிகள், தாமிரத் தகட்டின்மேல் திரையிட்டு, தாமிரத்துக்கும் அமிலத்துக்கும் உள்ள சம்பந்தத்தைக் குறைக்கிறது. ஹைடிரஜன் குமிழிகள் அதிகமாகப் படியப்படிய, மின்சாரத்தின் பலமும் குறையும். இவ்வாறு உண்டாகும் குறைதான் **துருவகரணம்** என வழங்குகிறது. துருவகரணத்தைத் தடுக்க ஏதாவதொரு ஆக்ஸிகரணியை அமிலத்துடன் சேர்த்தால், அந்த ஆக்ஸிகரணியிலுள்ள ஆக்ஸிஜன், ஹைடிரஜனுடன் இரசாயனக் கூடுகை அடைந்து, தண்ணீராக மாறிவிடும். இப்படி உபயோகப்படும் ஆக்ஸிகரணிக்குத்தான் **துருவத்துவம் நீக்கி** (depolarizer) என்று பெயர்.

வெவ்வேறு துருவத்துவம் நீக்கிகள் உபயோகமாகும் வெவ்வேறு வகையான மின்கலங்களைப் பற்றித் தெரிந்து கொள்வோம்.

டை - அல்லது, பை-குரோமேட்டு மின்கலம் (Bichromate cell) :—இது ஒரு கண்ணாடிக் குப்பி, மூடியுடன் கூடியது. புட்டியில் கந்தக அமிலம், பொட்டாசியம்-டை-குரோமேட்டு இரண்டும் சேர்ந்த கலவை இருக்கிறது. அதனுள் இரு கார்பன் தகடுகளும், அவைகளுக்கு நடுவில் ஒரு துத்தநாகத்தகடும் செலுத்தப்பட்டிருக்கும். ஒரு திருகாணியினால் துத்தநாகத் தகட்டை மேலே தூக்கி, திரவத்தினுள் மூழ்காமலிருக்கச் செய்யலாம். மின்சாரம் வேண்டும்போது மாத்திரம் துத்தநாகத் தகட்டை இறக்கி, கரைசலில் மூழ்கச் செய்யக் கூடும். துத்தநாகத் தகட்டை ரசக் கலவை செய்வதற்காக, கரைசலில் கொஞ்சம் மெர்க்குரிச - சல்பேட்டுக் (mercurous sulphate) கரைசலும் சேர்ப்பதுண்டு. தகடுகளின் மேல்முனையிலுள்ள திருகாணிகளின் மூலம் கம்பிகளை இணைத்துக் கொள்ளலாம். பை - குரோமேட்டு ஒரு பலமான ஆக்ஸிகரணியாகையால், ஹைடிரஜன் முழுவதையும் நீக்கி, ஒரே அளவான மின்சாரத்தை இம் மின்கலம் கொடுக்கவல்லது.

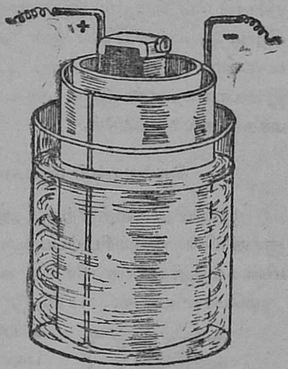


படம் 203.
பை-குரோமேட்டு மின்கலம்.

புன்சென் மின்கலம் (Bunsen cell)

வெளியிலுள்ள பாத்திரத்தில் நீர்த்த கந்தக அமிலமும், அதனுள் உருளை வடிவமான துத்தநாகத் தகடும் உண்டு.

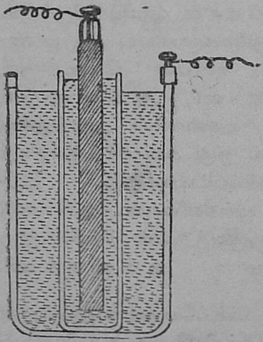
பாத்திரத்திற்குள் ஒரு நுண் துளையுள்ள பாண்டத்தில் கார்பன் கோலும், பலமான நைட்டிரிக அமிலமும் இருக்கும். கார்பன் கோலுக்குப் பதிலாக பிளாடினம் உபயோகிக்கப்பட்ட கலத்துக்கு (Grove) மின்கலம் என்று பெயர்.



படம் 204. புன்சென் மின்கலம்.

டேனியல் மின்கலம் (Daniel cell)

இதில் தாமிரப் பாத்திரமே நேர்-மின்-வாயாகும். தாமிரப் பாத்திரத்தில் உள்ள மயில்துத்தக் கரைசல் (தாமிர சல்பேட்டு) துருவத்துவம் நீக்கியாகும். பாத்திரத்திலுள்ள நுண் துளைகள் உள்ள பாண்டத்தில் நீர்த்த கந்தக அமிலமும் துத்தநாகக் கோலும் உள. துத்தநாகம் அமிலத்துடன் கிரியை செய்வதனுல் உண்டாகும் ஹைடிரஜன், நுண் துளைகள் வழியாகத் தாமிர - சல்பேட்டுடன் சேரும். கரைசலிலிருந்து தாமிரம் விடுவிக்கப்படுமாதலால் கரைசலின் பலம் குறையும். அதைத் தடுக்கப் பாத்திரத்தின் மேல்பாகத்தில் உள்ள துவாரமுள்ள தாமிரப் பலகையின்மீது தாமிர-சல்பேட்டுப் படிகங்கள் வைக்கப்படும். இது திரவத்தில் கரைவதனுல்

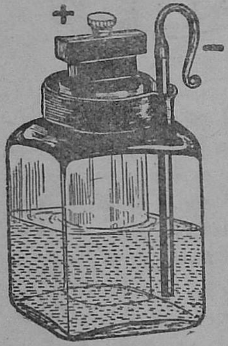


படம் 205. டேனியல் மின்கலம்.

திரவத்தின் வீரியம் குன்றுமலிருக்கும். உபயோகப்படுத்திய பிறகு தாமிர-சல்பேட்டுக் கரைசலையும், கந்தக அமிலத்-தையும் எடுத்து வேறு புட்டிகளில் மாற்றிவிடவேண்டும். இல்லாவிட்டால் இரு திரவங்களும் நுண்துளைகள் மூல-மாகக் கலந்துவிடும்.

லெக்லான்சி மின்கலம் (Leclanche cell)

இம் மின்கலத்திற்கு, அதை முதலில் தயாரித்த விஞ்-ஞானியின் பெயரிடப்பட்டிருக்கிறது. இதில் வோல்ட்டா மின்கலத்திலுள்ள நீர்த்த கந்தக அமிலத்துக்குப் பதிலாக, அம்மோனியம்-குளோரைடு என்ற நவச்சாரக் கரைசல் உபயோகப்படுகிறது. கரைசல் பலமானதாக இருக்கவேண்டும். தாமிரத் தகட்டுக்குப் பதிலாக கார்பன் தகடு நேர்-மின்-வாயா-கும். நவச்சாரக் கரைசலில் துத்த-நாகக்கோல் அமிழ்ந்திருக்கும். நுண் துளைகளுடைய ஒரு பாண்-டத்தில் கார்பன் பொடிகளும், மங்கனீசு-டை-ஆக்ஸைடும் சேர்ந்த கலவையும் அவற்றுக்கு மத்தியில் ஒரு கார்பன் குச்சியும் அடைக்கப்பட்டிருக்கும். இதி-லுள்ள மங்கனீசு-டை-ஆக்ஸைடு தான் துருவத்துவம் நீக்கி. இது பலவீனமான ஆக்ஸிகரணி.

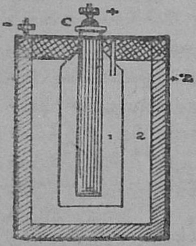


படம் 206.
லெக்லான்சி மின்கலம்.

ஆகையால், இது கலத்தில் விடுவிக்கப்பெறும் ஹைடிரஜன் முழுவதையும் சீக்கிரமாக நீக்கும் சக்தியற்றது. உபயோகப்-படுத்தாமல் சற்றுநேரம் வைத்திருந்தால், இக்கலம் மீண்டும் உபயோகத்துக்குத் தயாராகிவிடும். தந்திக் கலையிலும், மின்சார மணியிலும் இடைவிடாது மின்சாரம் தேவை-

யிராது. இம்மாதிரியான கருவிகளுக்கு லெக்லான்சி மின்கலத்தை உபயோகப்படுத்தலாம்.

பசை - மின்கலம் (Dry cell) :— இது லெக்லான்சி கலத்தின் மாற்று அமைப்பேயாகும். இதில் திரவப் பொருள்கள் ஒன்றும் இல்லாததனல் சுலபமாக எங்கும் எடுத்துச் செல்வதற்கு வாய்ப்பானது. டெலிபோன், கைமின்சார விளக்கு முதலியவற்றில் இது அதிகமாகப் பயன்படுகிறது. உருளை வடிவமான துத்தநாகப் பாத்திரத்தில் அதற்கு அடுத்தாற்போல் பாரிஸ்-சாந்து (Plaster of Paris), நவச்சாரம், நாக-குளோரைடு மூன்றும் சேர்ந்த பசையும், (படம் 207-இல் 2), உட்பாகத்தில் கார்பன் துண்டைச் சுற்றிலும் மங்கனீசு-டை-ஆக்ஸைடு, நவச்சாரம், நாக-குளோரைடுத் தூள், கார்பன் தூள் ஆகிய எல்லாம் நன்ருகக் கலக்கப்பட்ட கலவையும் (படம் 207-இல் 1) அடைக்கப்பட்டிருக்கும். பாத்திரத்தின்-மேல் ஒரு சிறு துவாரத்தை மாத்திரம் விட்டுப் பிச்சுக்கட்டி (கரிப்பிசின், pitch) யினுல் மூடப்பட்டிருக்கும். இதிலுள்ள துவாரத்தின் வழியாக நீராவி உட்சென்று நாக-குளோரைடினுல் உறிஞ்சப்பட்டு, நவச்சாரத்துடன் இரசாயனக் கிரியை செய்யும். இதன் பயனுகத்தான் மின்சாரம் உண்டாகிறது.



படம் 207.
பசை-மின்கலம்.

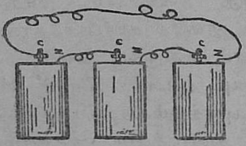
மின்கலங்களை உபயோகிக்கும்போது, கம்பிகளின் முனைகளையும், திருகாணிகளையும் நன்ருகத் தேய்த்துச் சுத்தமாக உபயோகிக்கவேண்டும்.

மின்கலங்களைக் குறிப்பதற்கு ஒரு நீண்ட கோட்டினுல் நேர்-மின்-வாயையும், குட்டையான கோட்டினுல் எதிர்-மின்-வாயையும் காட்டச் செய்கிருேம்.

மின்கல அடுக்கு (Battery)

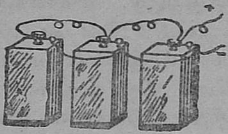
சாதாரண உபயோகங்களுக்குக்கூட ஒரு மின்கலத்தினுல் உண்டாகும் மின்சாரம் போதாமலிருக்கும். அதைவிட அதிக பலமுள்ள மின்சாரத்தைப் பெறுவதற்கு அனேக கலங்களை இணைத்து அடுக்குகளாக உபயோகிப்பர். மின்கலங்களை இணைப்பதில் இரண்டு வகையுண்டு. ஒன்று தொடர்-அடுக்கு (Series), மற்ருென்று பக்க அடுக்கு (Parallel) ஆகும்.

படம் 208 மூன்று கலங்கள் தொடர் அடுக்கில் இணைக்கப்பட்டிருப்பதைக் காட்டுகிறது. இதில், முதல் கலத்தின் எதிர்-மின்-வாய் இரண்டாவது கலத்தின் நேர்-மின்-வாயுடனும், இரண்டாவதின் எதிர்-மின்-வாய் மூன்ருவதின் நேர்-மின்-வாயுடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. முதல் கலத்தின் நேர்-மின்-வாயும் கடைசிக் கலத்தின் எதிர்-மின்-வாயும் பாட்டரியின் கோடிகளாகும் (terminals). இம்மாதிரி தொடர் - அடுக்குகளில் மின்-இயக்கு விசையானது ஒரு கலத்தின் மின்-இயக்கு-விசையைப்போல (electro-motive force) அடுக்கிலுள்ள கலங்கள் எவ்வளவோ அவ்வளவு மடங்காகும். ஒரு லெக்லான்சி கலத்தின் மின்-இயக்கு-விசை சாதாரணமாக 1·5 வோல்ட்டு (volt), மூன்று லெக்லான்சி கலங்கள் கொண்ட தொடர் அடுக்கின் மின் - இயக்கு - விசை சுமார் 4·5 வோல்ட்டுகளாகும். மின்சாரமணி, தந்தி எந்திரம், மோட்டார்கள் இவற்றில் உபயோகிக்கும் பாட்டரிகள் தொடர் - அடுக்குகளாகவே இணைக்கப் பெறும்.



படம் 208.

படம் 209 பக்க-அடுக்கு இணைப்பை விளக்குகிறது. ஒவ்வொரு கலத்தின் நேர்-மின்-வாய்கள் ஒன்ருகவும் எதிர்-



படம் 209.

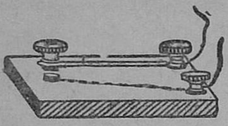
மின்-வாய்களெல்லாம் ஒன்ருகவும் இணைக்கப்பட்டும், கடைசி கலத்தின் இரண்டு மின்-வாய்களும் மின்-கோடிகளாகவும் இருக்கும்.

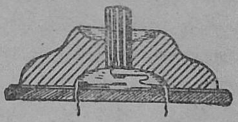
பக்க-அடுக்கு பாட்டரியில் மின்சாரத்தின் சக்தி (current strength) அதிகமாகுமே தவிர, மின்-இயக்கு-விசை ஒரு கலத்தின் விசையளவே யாகும். ஒரு தொட்டியிலுள்ள தண்ணீர் மற்ருெரு தொட்டியுடன் ஒரு குழாயின் மூலமாக அல்லாமல், பல குழாய்களின் மூலமாகச் சேர்க்கப்பட்டிருந்தால், குழாய்களின் மூலமாக ஓடும் தண்ணீரின் மொத்த அளவு அதிகமாகும் அல்லவா ? அதே மாதிரி பக்க-அடுக்குகளிலும் மின்சாரத்தின் சக்தி அதிகமாகும். தொடர்ச்சியாக மின்சாரம் தேவையாகும் சந்தர்ப்பங்களில் பக்க-அடுக்குகள்தான் தகுந்தவை.

வீடுகளில் மின்சார விளக்குகள் ஒவ்வொரு சுற்றிலும் (circuit) பக்க அடுக்குகளாகவே அமைக்கப்படும் ; உற்சவ, கலியாண காலங்களில் செய்யப்படும் தீபாலங்காரங்களில் அனேக விளக்குகள் ஒன்ருகத் தொடர் அடுக்காக இணைக்கப்படும்.

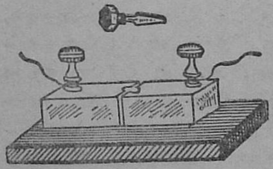
மின்சாரச் சுற்று : (electric circuit) :— ஒரு மின்கலம், அல்லது பாட்டரியில் மின்சார ஓட்டம் செல்லும் பாதைக்கு மின் சுற்று என்று பெயர். இரு கோடிகளும் இணைக்கப்படாமல் இருந்தால் அது திறந்த, அல்லது பிரிந்த சுற்று (open or broken circuit) என்றும், கோடிகள் இணைக்கப்பட்டிருப்பின் மூடு சுற்று (closed circuit) என்றும் வழங்கப்பெறும். மின்சார மணி, விளக்குகள், விசிறிகள் போன்ற கருவிகளில் நமக்குத் தேவையானபோது மட்டும் மின்-சுற்றை மூடுவதற்கும், வேண்டாதபோது சுற்றைத் திறப்பதற்கும் ஒரு சாதனம் அவசியமல்லவா ?

சுற்றை மூடுவதற்கும், திறப்பதற்கும் ஸ்விச்சுகள் (switches) உபயோகப்படுகின்றன. படம் 210-ல் காட்டியிருப்பது தொடுசாவி (contact key) யாகும். இதில் ஒரு மரப்பலகையின்மேல் இரு திருகாணிகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. ஒரு திருகாணியுடன் பலகையில் பொருத்தப்பட்ட உலோகக் குமிழ் (metal knob) காப்பிட்ட கம்பியினுல் இணைக்கப் பட்டிருக்கிறது. இரண்டாவது திருகாணியுடன் மெல்லிய உலோகத் தகட்டின் மூலமாக உலோகப் பித்தான் (metal button) ஒன்று சேர்க்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த உலோகப் பித்தானை அழுத்தினுல் உலோகக் குமிழைத் தொடும். ஒரு பாட்டரியின் கோடிகளைத் திருகாணிகளுடன் இணைத்து, உலோகப் பித்தானை அழுத்தி, உலோகக்குமிழைத் தொடச் செய்தால் மின்சாரச் சுற்று மூடப்படுகிறது. உலோகப் பித்தானை விட்டு விட்டால் சுற்று திறந்துவிடும்.


படம் 210.
தொடு சாவி.


படம் 211.
தள்ளு பித்தான்.

தள்ளு பித்தான் (push button) என்ற சாதனத்தில் இரண்டு வில்கள் (springs) உள்ளன. அவற்றில் ஒன்று பித்தானைத் தாங்குகிறது. பித்தானைக் கீழ்நோக்கித் தள்ளுவதனுல் சுற்று மூடப்படும். பித்தானை விட்டுவிட்டால் சுற்று பிரிந்துவிடும். படம் 212 செருகு சாவியின் (plug switch) அமைப்பைக் காட்டுகிறது.


படம் 212. செருகு சாவி.

மின் கடத்திகளும், காப்புகளும் (Conductors and insulators)

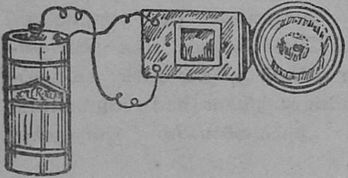
ஒரு பாட்டரியின் கோடிகளைத் தாமிரக் கம்பிகளால் இணைத்தால், கம்பியில் மின்சார ஓட்டம் உண்டாகிறது. உலோகக் கம்பிக்குப் பதிலாக பருத்தி நூல், அல்லது பட்டு நூலால் இணைத்தால் மின்சாரம் நூலின் மூலமாகச் செல்லாது. எவற்றின் மூலமாக மின்சாரம் செல்லுமோ அவற்றுக்கு எளிதில் மின்கடத்திகள் (conductors) என்றும், எவற்றின் வழியாக மின்சார ஓட்டம் செல்லமுடியாதோ அவை மின் கடத்தாப் பொருள்கள் (non-conductors) அல்லது காப்புகள் என்றும் பெயர் பெறும். சில பொருள்களின் வழியாக மின்சார ஓட்டம் அரிதில் தான் கடத்தப்பெறும். அவை அரிதில் மின் கடத்திகள் (bad conductors) எனப்படும். கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் இவற்றுக்கு உதாரணங்கள் உள்ளன.

எளிதில் கடத்திகள்	கடத்தாப் பொருள்கள்	அரிதில் கடத்திகள்
உலோகங்கள்	கண்ணாடி	மரம்
கார்பன்	பீங்கான்	காகிதம்
கிராவைட்டு என்ற பென்சில் கரி	பிச்சுக்கட்டி என்ற கரிப் பிசின்	
ஈரமான தரை	அரக்கு	
உப்புக் கரைசல்கள்	உலர்ந்த காற்று	
அமிலக் கரைசல்கள்	இந்திய ரப்பர்	
உயிருள்ள தாவரங்கள்	சுத்தமான தண்ணீர், பட்டு, பருத்தி	
பிராணிகள்	எபொனைட்டு	

தந்தி, டெலிபோன் கம்பிகள் கம்பங்களின்மேல் பொருத்தப்பெற்ற பீங்கான் கோப்பைகளின்மீது சுற்றப்பட்டு தாங்குவதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். இதனால் மின்சாரம்

கம்பங்களின் வழியாகப் பூமிக்கு வரவொட்டாமல் தடுக்கப்படுகிறது.

இட்டச் சுற்று (short circuit) :— படம் 213-ஐப் பார். மின்சார மணியுடனும், மின் கலத்துடனும் இணைக்கப்பட்ட கம்பிகள் காப்பிடப்படாமலிருந்து, மின்சார மணியை அடையுமுன்பே ஒன்றையொன்று தொடுவதாகக்கொள்வோம். அப்பொழுது என்ன நேரிடும்? மின்சார ஓட்டம் மிகக் குறுகிய பாதையிலே செல்லுமாதலால், இட்டச் சுற்று ஏற்படுகிறது. இதன் பயனாக மின்கலம் சீக்கிரம் தேய்வடையும். மேலும் மின்சாரத்தின் சக்தி அதிகமாக இருப்பின் தீ விபத்துக்கள் உண்டாகக் கூடும். இது ஏற்படாவண்ணம் கம்பிகள் காப்பிடப்பட வேண்டும். காப்பிட்ட கம்பிகளில் கிட்டச் சுற்று ஏற்பட்ட போதிலும் அதிகமான தீமை ஏற்படாது. ஆயினும் மின்சார ஓட்டம் அதிக பலமுள்ளதாயிருப்பின் கம்பிகளின் மேலுறை எரிந்துபோய், தீ விபத்து ஏற்படவும் கூடும். ஆகவே, காப்பிடப்பட கம்பிகளை உபயோகிப்பதுடன் கம்பிகள் ஒன்ருேடொன்று உராயாவண்ணம் தனித்தனியாகப் பிரித்து வைப்பது அவசியம்.



படம் 213.

மின்-இயக்கு-விசை (Electro-motive force)

சுற்றில் மின்சார ஓட்டத்தை, ஒரு குழாயின் மூலம் தண்ணீரின் ஓட்டத்துக்கு ஒப்பிடலாம். உயரத்திலுள்ள ஒரு பாத்திரத்தையும் கீழ் மட்டத்திலுள்ள மற்றொரு பாத்திரத்தையும் ஒரு குழாயின் மூலமாக இணைத்திருப்பதாகக் கொள்வோம். இரு பாத்திரங்களிலும் தண்ணீர் இருப்பதாகக் கொண்டால், தண்ணீர் எந்தப் பாத்திரத்திலிருந்து

எதை நோக்கி ஓடும்? உயரத்திலுள்ள பாத்திரத்திலிருந்து தாழ்ந்த பாத்திரத்தை நோக்கியே ஓடும். மேல் பாத்திரத்தில் தண்ணீர் கொஞ்சமாகவும், கீழ்ப் பாத்திரத்தில் தண்ணீர் அதிக அளவு இருந்தபோதிலும் தண்ணீர் மேலிருந்து கீழ்நோக்கித்தான் ஓடும். ஆகையால், தண்ணீரின் ஓட்டம் பாத்திரத்திலுள்ள தண்ணீரின் அளவைப் பொறுத்ததல்ல. பாத்திரங்களின் உயரத்தில் உள்ள வித்தியாசத்தையே பொறுத்தது.

இம்மாதிரியாகவே, மின்கலத்தில் தாமிரத் தகட்டுக்கும், துத்தநாகத் தகட்டுக்கும் மின் அழுத்தத்தில் வித்தியாசம் உண்டு. தாமிரத்தகடு அதிக அழுத்தத்திலும், நாகம் குறைந்த அழுத்தத்திலும் இருப்பதாகக் கருதப்படுகிறது. மின்சார ஓட்டம் தாமிரத்திலிருந்து கம்பிகளின் வழியாக நாகத்துக்கு ஓடுகிறது என்று கொள்ளப்படுகிறது. பாத்திரத்திலிருந்து வரும் குழாயை மூடிவிட்டால் தண்ணீரின் ஓட்டம் நின்றுவிடுவது போல, மின் சுற்று திறக்கப்பட்டால் மின்சார ஓட்டமும் நின்றுவிடும். மின்சார ஓட்டத்திற்குக் காரணமான மின் அழுத்த வித்தியாசம் **மின்-இயக்கு-விசை** (Electro-motive force—E. M. F.) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இதை இவ்வளவு வோல்ட்டுகள் (volts) என்று குறிப்பிடுகிறோம்.

கலங்களின் மின்-இயக்கு-விசை

கலத்தின் பெயர்	மின்-இயக்கு-விசை வோல்ட்டுகளில்
லெக்லான்சி	1·5
பை-குரோமேட்டு	2·0
டேனியல்	1·1
புன்சென்	1·9

தண்ணீர் ஓட்டத்தின் உதாரணத்தை மறுபடியும் எடுத்துக்கொள்வோம். தண்ணீர் ஓட்டத்துக்குக் குழாய் ஒரு தடையை உண்டாக்குமல்லவா? அகலமான குழாயைக்

காட்டிலும், குறுகிய குழாயின் மூலம் தண்ணீர் ஓடும்போது அதிக தடை உண்டாகிறது. அம் மாதிரியாகவே பருமனுன கம்பியில் மின்சாரம் செல்லும்போது உண்டாகும் தடையை-விட மெல்லிய கம்பி அதிகமான தடையை உண்டாக்கும். குழாயின் நீளம் அதிகமாவது போலத் தடையும் அதிக-மாகும். அம்மாதிரியே கம்பியின் நீளம் அதிகமானுல் தடை அதிகமாகும். மேலும், தடையானது கம்பியின் தன்மை-யையும் பொறுத்தது. தாமிரமும், வெள்ளியும் ஒரேயளவு தடையை உண்டாக்கக்கூடியவை. ஆயினும், தாமிரம் மலிவாகக் கிடைக்குமாதலால் தாமிரந்தான் அதிகமாகப் பயன்படுகிறது. டங்ஸ்டன் கம்பி மிக அதிகமான தடையை உண்டாக்கும். ஆதலால், அதில் ஓடும் மின்சாரம் உஷ்ண சக்தியாக மாறி, ஒளியாக மாறுவதைப்பற்றி அறிவீர்கள். $\frac{1}{10}$ அங்குலம் குறுக்களவும், 1,000 அடி நீளமுள்ள தாமிரக் கம்பியின் தடை ஒரு ஓம் (ohm) ஆகும்.

ஒரு கம்பியில் செல்லும், மின் ஓட்டத்தின் சக்தி, அல்லது பலம் இவ்வளவு ஆம்பியர்கள் (amperes) என்று குறிப்பிடப்படும். மின்-இயக்கு-விசை அதிகமானுல் மின்-ஓட்டத்தின் பலமும் அதிகமாகும். தடை அதிகமானுல் மின் ஓட்டத்தின் பலம் குறையும் என்று தெரிகிறது. இம்-மூன்றுக்கும் உள்ள சம்பந்தத்தைக் கீழ்க்காணும் சமன்-பாட்டினுல் குறிப்பிடலாம்:

$$\text{மின்-ஓட்ட பலம் (சக்தி)} = \frac{\text{மின்-இயக்கு-விசை}}{\text{தடை}} \quad \left[C = \frac{E}{R}\right]$$

மின்சார ஓட்டத்தின் திறன் (electrical power) என்பது மின் ஓட்டம் செய்யும் தொழில், அல்லது வேலையின் (work) வேகத்தைப் பொறுத்தது. ஒரு ஆம்பியர் பலமுள்ள மின்சார ஓட்டம் ஒரு வோல்ட்டு மின்-இயக்கு-விசையுள்ள இடத்தில் ஓடுவதால் செய்யப்படும் வேலை ஒரு வாட்டு (watt) ஆகும். இவற்றுக்குள்ள சம்பந்தம்: வேலை (வாட்டுகள்)

= மின்-இயக்கு-விசை (வோல்ட்டுகள்) × மின் - ஓட்டத்தின் பலம் (ஆம்பியர்கள்) [watts = volts × amperes]. உதாரணமாக, 200 வோல்ட்டு, 5 ஆம்பியர் மின்சாரத்தை இயக்குமானல் 200 × 5 = 1,000 வாட்டுகள் மின்சக்தி செலவாயிற்று என்பது பொருள். இந்த ‘வாட்டு’ ஆனது மிகக் குறைவாக இருப்பதால் இதைப்போல் 1,000 மடங்கு பெரிதான கிலோவாட்டு என்பதே (kilowatt) ஒரு மின்சக்திச் செலவின் அலகாகக் கொள்ளப்படுகிறது. இதைத்தான் ஒரு யூனிட்டு (unit) என்று வழங்குகிரேம்.

மின்சார விளக்குகளில் 250v, 40w என்பது போன்ற குறிப்புகளைப் பார்த்திருப்பீர்கள். இதன் பொருள் என்ன? இந்த விளக்கின் மூலமாகச் செல்லும் மின்சார ஓட்டத்தின் மின்-இயக்கு-விசை 250 வோல்ட்டுகள் வரையில் இருக்கலாம். இந்த விளக்கு ஒரு மணி நேரம் தொடர்ந்து எரிந்தால் 40 வாட்டு சக்தி பயன்பட்டது என்பது பொருள். இதே விளக்கு 25 மணி நேரம் தொடர்ந்து எரிவதனல் 40 × 25 = 1,000 வாட்டுகள் செலவாகும். இதுதான் ஒரு யூனிட்டு. மின்சாரம் உபயோகிக்கப்படும் இடங்களில் உபயோகமாகும் யூனிட்டுகளைப் பொறுத்தே அதற்குக் கட்டணம் விதிக்கிருர்கள். ஒரு யூனிட்டுக்கு 4 அணு வீதம் 40 வாட்டுள்ள 10 விளக்குகள் தினம் ஒன்றுக்குச் சராசரி 5 மணி நேரம் எரியுமானல் 30 நாட்கள் கொண்ட ஒரு மாதத்தில் மின்சாரக் கட்டணம் எவ்வளவு ஆகும் என்று கணக்கிடுவோம்.

40 வாட்டு விளக்கு ஒவ்வொன்றும் ஒரு மணியில் 40 வாட்டுகள் உபயோகிக்கும். ஆகவே, 10 விளக்குகள், 40 × 10 × 5 = 2,000 வாட்டுகள் 5 மணியான ஒரு நாளில் உபயோகிக்கும். 30 நாட்களில் 30 × 2,000 = 60,000 வாட்டுகள். அதாவது, 60 கிலோவாட்டுகள் அல்லது 60 யூனிட்டுகள் உபயோகிக்கும். ஆகையால், கட்டணம் 15 ரூபாய்களாகும். ஒவ்வொரு தானத்திலும் உபயோகமாகும் மின்-

சக்தியை அளப்பதற்கு மீட்டர் என்னும் கருவியை உபயோகிக்கிறார்கள்.

அதே மாதிரி ஒரு பாட்டரியில் உண்டாகும் மின்-இயக்கு-விசையை வோல்ட்டு மீட்டர் (volt meter) என்னும் கருவியாலும், மின்சார ஓட்டத்தின் அளவை அம்மீட்டர் (ammeter) என்னும் கருவியாலும் அளக்கலாம்.

அத்தியாயம் 13

மின் ஓட்டத்தின் காந்த பலன்

(Magnetic effect of the electric current)

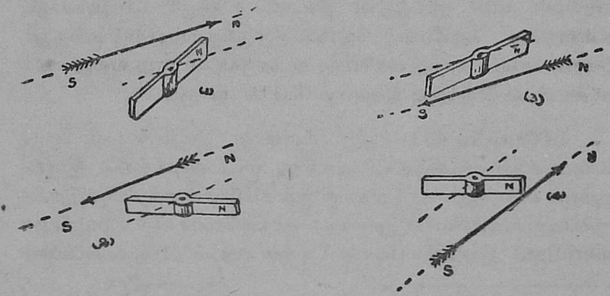
மின்சாரத்தின் பலன்களை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை காந்த பலன், உஷ்ண பலன், இரசாயன பலன் என்பவை. காந்த பலனைப்பற்றி நான்காம் படிவத்தில் ஓரளவு தெரிந்துகொண்டீர்கள். இப்பாடத்தில் மேலும் சிறிது விரிவாகக் காந்த பலனைப் பற்றிக் கூறுவோம்.

படம் 214.

பரிசோதனை 61 :—இரண்டு, அல்லது மூன்று மின்கலங்கள் சேர்ந்த ஒரு பாட்டரியின் கோடிகளைத் தடித்த தாமிரக் கம்பியினால் இணை. கம்பியை இரும்புத் தூளில் வை. கம்பி இரும்புத்தூளைக் கவர்ச்சிப்பதைக் காண் (படம் 214). மின்சார மண்டலம் திறக்கப்பட்டதும் இரும்புத் தூள்கள் விழுந்துவிடுகின்றன.

பரிசோதனை 62 :—மேஜையின்மேல் காந்த ஊசியைப் படுமட்டமாக ஒரு ஊசியின் முனையில் நிற்கச் செய். காந்த ஊசி வடக்கு தெற்குத் திசையில் நிற்கிறது. ஊசிக்குச் சமீபத்தில் மின்சாரத்தைத் தாங்கிச் செல்லும் கம்பியை

ஊசிக்கு மேலே இணையாகப் பிடி. காந்த ஊசியின் வட துருவம் எத்திசையை நோக்கி விலகுகிறது என்று கவனி. கம்பியின் திசையை மாற்றி, ஊசி மறுபடியும் எத்திசையில் விலகுகிறது என்று பார். இம்மாதிரியே, கம்பியை ஊசிக்குக் கீழே வைத்து, இரு திசைகளிலும் மின்சாரம் செல்லும்போது காந்த ஊசி விலகும் திசைகளைக் காண் (படம் 215).



படம் 215.

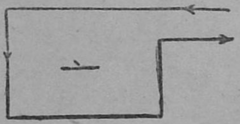
மேற்கண்ட சோதனைகளின் முடிவை, ஊர்ஸ்டெட் என்ற விஞ்ஞானி 1820-ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார். இம்முடிவுகளின் பயனாக நாம் மின்சார ஓட்டம் எந்தத் திசையிலிருந்து வருகிறது என்று அறிவது சாத்தியமாகும். ஊர்ஸ்டெட் கண்டுபிடித்த முடிவுகள் கீழே அட்டவணையில் காண்பிக்கப் பட்டிருக்கின்றன.

மின்சார ஓட்டத்தின் திசை	காந்த ஊசியின் தானம்	வடதுருவம் விலகும் திசை
வடக்கிலிருந்து தெற்கு	கம்பிக்கு மேலே	மேற்கு நோக்கி
,, ,,	கம்பிக்கு கீழே	கிழக்கு ,,
தெற்கிலிருந்து வடக்கு	கம்பிக்கு மேலே	கிழக்கு ,,
,, ,,	கம்பிக்கு கீழே	மேற்கு ,,

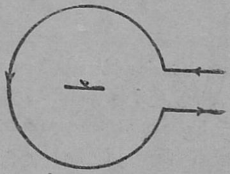
மேற் கூறப்பட்ட விஷயங்களைச் சுலபமாக ஞாபகத்தில் வைத்துக்கொள்ளுவதற்காக ஆம்பியர்விதி (Ampere's rule)

யைத் தெரிந்துகொள்வோம். உன்னுடைய முகம் காந்த ஊசியை நோக்கியும் மின்சார ஓட்டம் செல்லும் திசையிலே நீ நீந்துவதாகவும் வைத்துக்கொண்டால், காந்த ஊசியின் வட துருவம் உன்னுடைய இடது கையை நோக்கி விலகும். இதே விஷயத்தைக் கட்டை விரல் விதி (Thumb rule)யைக்கொண்டும் அறியலாம். அது பின்வருமாறு: உன்னுடைய வலது கை விரல்கள் மின் ஓட்டத்தின் திசையிலே இருக்கும்படியாகவும், உள்ளங்கை கம்பியை நோக்கி இருக்கும்படியும் வைத்துக் கொண்டால், காந்த ஊசியின் வடதுருவம் உனது வலது கைக் கட்டைவிரல் இருக்கும் திசையை நோக்கி விலகும்.

பரிசோதனை 63:— ஒரு நீளமான தாமிரக் கம்பியை நீண்ட சதுர வடிவத்தில், அல்லது வட்டவடிவத்தில் இருக்கும்படி வளைத்து, காந்த ஊசி இக் கம்பியின்மத்தியில் இருக்கும்படியும், கம்பியானது காந்த துருவரேகையில் (magnetic meridian) இருக்கும்படியும் அமை (படம் 216). கம்பியின்



படம் 216 (*a*).

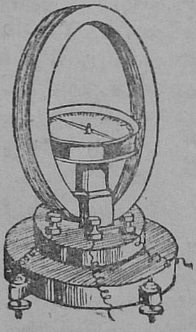


படம் 216 (*b*).

மூலமாக மின் ஓட்டத்தைச் செலுத்தினால் ஊசி எப்படி விலகும்? மின்சாரத்தின் திசை மேலே ஒன்றும், கீழே எதிரிடையான திசையாகவும் இருப்பதால், காந்த ஊசி ஒரே திசையில் அதிகமாக விலகுகிறது என்பதைக் கவனி. கம்பிச் சுற்று காந்த துருவரேகையிலின்றி வேறுதிசையில் இருந்தால், ஊசி முன்போல் அவ்வளவு விலகவில்லை என்பதையும் பார். கம்பியை ஒரே சுற்றாக இல்லாமல் அனேக சுற்றுகளாகச் செய்து, இதே சோதனையைச் செய்தால்,

காந்த ஊசி விலகுவது அதிகமாகிறது. சுற்றுகள் குறுக்களவு குறைவாக இருந்தாலும் விலகுதல் அதிகப்படுகிறது. இம்மாதிரி ஒரு ஏற்பாட்டைக் கொண்டு எவ்வளவு பலவீனமான மின்சார ஓட்டத்தையும் கண்டுபிடிக்க முடியும். கால்வனுமீட்டர் அல்லது மின்னோட்டமானி (galvanometer) என்ற கருவி இந்த தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டதே. கால்வனுமீட்டர் என்பது மின்சார ஓட்டம் இருப்பதைத் தெரிவிக்கும் ஒரு சாதனம். கால்வனுமீட்டரின் மிக எளிய வகை கால்வனுஸ்கோப்பு அல்லது மின்னோட்டங் காட்டி (galvanoscope) எனப்படும்.

சுமார் 20 செ. மீ. குறுக்களவுள்ள வளையம் போன்ற மரச்சட்டத்தில் மெல்லிய காப்பிட்ட தாமிரக் கம்பி 50 அல்லது 100 சுற்றுகளாகச் சுற்றப்பட்டிருக்கிறது. வளையம் அடிப் பலகையின்மேல் செங்குத்தாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. காந்த ஊசியுள்ள ஒரு கண்ணாடிப் பெட்டி வளையத்தின் மையத்தில் இருக்கும்படி அமைந்திருக்கும். காந்த ஊசிக்கு மத்தியில் அதற்குச் செங்கோணத்தில் இருக்கும்படி நீண்ட அலுமினிய (pointer) முள்ளுண்டு. வட்ட வடிவமான அட்டையில் டிகிரி கோடுகள் காணப்படும். வளையத்தைக் காந்த துருவ ரேகையில் இருக்கும்படிச் செய்யவேண்டும். அடிப்பலகையிலுள்ள திருகாணிகள் கம்பிச் சுருளின் முனைகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

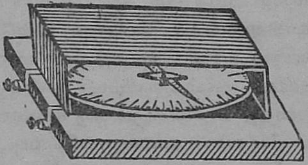


படம் 217.
கால்வனுமீட்டர்.

ஒரு பாட்டரியின் கோடிகளை இந்தத் திருகாணிகளுடன் இணைத்தால், காந்த ஊசி விலகுவது தெரியும். அலுமினிய முள் விலகும் அளவிலிருந்து மின் ஓட்டத்தின் வலுவையும் அறியலாம். மின் ஓட்டம் பலவீனமாக இருந்தால் அலுமினிய

முள் சிறிதளவே நகரும். மின் ஓட்டத்தின் பலம் அதிக-மானல் ஊசியின் விலகுதலும் அதிகமாகும்.

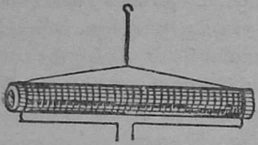
படம் 218, கால்வனுஸ்கோப்பின் எளிய (simpler) வகையைக் காட்டுகிறது.



படம் 218.
கால்வனுஸ்கோப்பு.

(மின்-காந்தம்-Electro-magnet)

பரிசோதனை 64 :— காப்பிட்ட ஒரு நீளமான கம்பியை ஒரு பென்சி-லின்மேல் அனேக சுருள்-களாகச் சுற்றி, பென்சிலை எடுத்துவிடு. கம்பிச் சுருளின் இரு முனைகளையும் அதன் மத்திய பாகத்தை நோக்கி வளைத்து, இரு முனைப் பாகங்-களும் செங்குத்தாக இருக்கும்-படிச் செய். இந்த ஏற்பாட்டுக்கு வரிச்சுற்று (solenoid) என்று பெயர்.

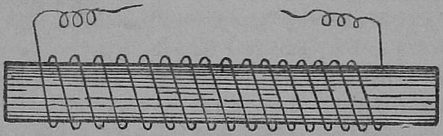


படம் 219. வரிச்சுற்று.

வரிச்சுற்றின் இரு முனைகளையும் ஒரு பாட்டரியின் கோடிகளுடன் இணை. வரிச்சுற்றின் ஒரு முனையைக் காந்த ஊசியின் ஒரு துருவத்திற்குச் சமீபத்தில் கொண்டுவா. அந்த முனை அத் துருவத்தால் கவர்ச்சிக்கப்பட்டால், மற்றொரு முனை அதே துருவத்தால் நிராகரிக்கப்படுவதைக் (repel) காண். வரிச்சுற்றில் மின் ஓட்டம் புகும் இடத்தில் ஒரு துருவமும், மின் ஓட்டம் வெளியேறும் முனையில் எதிர்த் துருவமும் உண்டாகின்றன என்று விளங்குகிறது. வரிச்-சுற்றிலுள்ள கம்பியின் சுருள்களை அதிகப்படுத்துவதாலும், மின் ஓட்டத்தின் பலம் அதிகமாவதனுலும், வரிச்சுற்றின் காந்த சக்தி அதிகரிக்கின்றது. மின்சாரச் சுற்றைத் திறந்து-

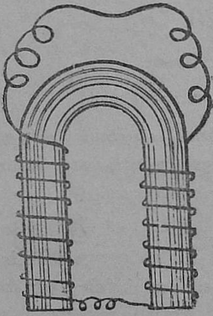
விட்டால் வரிச்சுற்றின் காந்த சக்தியும் போய்விடுகிறது. வரிச் சுற்றில் மின் ஓட்டம் வலஞ்சுழி (clockwise) திசையில் செல்லுமிடத்தில் தென் துருவமும், இடஞ்சுழி (anti-clockwise) திசையில் செல்லுமிடத்தில் வடதுருவமும் உண்டாகின்றன என்பது கவனிக்கத்தக்கது.

பரிசோதனை 65 :—வரிச்சுற்றுக்குள் ஒரு தேன் இரும்புத்துண்டைச் (soft iron) செருகி, முன் சோதனையைச் செய். வரிச்சுற்றின் காந்தத்துவம் அதிகமாயிருப்பதையும், சுற்றுக்குள்ளிருக்கும் இரும்புத்துண்டும் காந்த சக்தி



படம் 220.

யடைந்துள்ளது என்பதையும் தெரிந்துகொள். தேன் இரும்புத்துண்டின் காந்தத்துவம் மின்சாரச் சுற்று பிரிந்ததும் நீங்கிவிடுவதைக் கவனி. இந்த ஏற்பாட்டில் தேன் இரும்புத்துண்டு தற்காலிக அல்லது நிலையாக் காந்தமாகிறது (temporary magnet). வரிச்சுற்றும் தேன் இரும்பும் சேர்ந்த ஏற்பாடு மின்-காந்தம் எனப்படும்.



படம் 221.
லாட-மின்-காந்தம்

இதே பரிசோதனையில் தேன் இரும்புத் துண்டுக்குப் பதிலாக எஃகுத்துண்டை வைத்தால், மின்சார ஓட்டம் நின்ற பிறகுங் கூடக் காந்த சக்தி நிலைத்து நிற்கிறது. ஆகையால், நிலையாக் காந்தம் செய்வதற்குத் தேன் இரும்பையும், நிலைக்காந்தத்துக்கு (permanent magnet) எஃகுத் துண்-

டையும் உபயோகிக்கவேண்டுமென்று அறியலாம். இரும்புத்துண்டு கோல்வடிவாக இருப்பதைக் காட்டிலும், குதிரைலாட (horse-shoe) வடிவாக இருந்தால் காந்த சக்தி அதிகமாகிறது. குதிரைலாடக் காந்தம் செய்ய லாட வடிவமுள்ள இரும்புத்துண்டின்மேல் கம்பிச்சுருளை ஒரு புஜத்தில் ஒரு திசையிலும், மறு புஜத்தில் அதற்கு எதிர்த்திசையிலும் சுற்றவேண்டும். கம்பிச் சுருளின் முனைகளைப் பாட்டரியின் கோடிகளுடன் சேர்க்கவேண்டும்.

மின் காந்தத்தின் உபயோகங்கள் :— பளுவான இரும்புத் துண்டுகளைத் தூக்கி ஓரிடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்துக்கு எடுத்துச் செல்ல உபயோகிக்கும் எந்திரங்களில் மின்காந்தம் பயன்படுகிறது. மின்சார மணி, தந்திக் கலை முதலியவற்றிலும், மோட்டார் (motor), மின்சார ஜனனி என்ற டைனமோ (dynamo) முதலியவற்றிலும் மின்காந்தம் உபயோகப்படுகிறது.

அத்தியாயம் 20

மின் ஓட்டத்தின் உஷ்ண பலன்

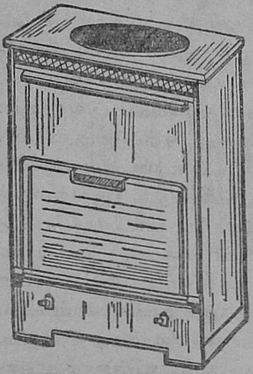
(Heating effect of the electric current)

மின்சாரத்தின் உஷ்ண பலன்களைப் பற்றியும் அதை அடிப்படையாகக் கொண்ட சில கருவிகளைப் பற்றியும் நான்காம் படிவப் புத்தகத்தில் கூறப்பட்டுள்ளன.

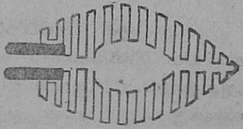
மின்சாரத்தைத் தாங்கிச் செல்லும் கம்பிகள் மின் ஓட்டத்திற்குத் தடையை உண்டாக்குவதால், கம்பிகள் உஷ்ணமடைகின்றன என்றும், அவ்வுஷ்ணத்தின் அளவு கம்பியின் தன்மை, குறுக்களவு, நீளம் இவற்றைப் பொறுத்தது என்றும் கண்டோம். கம்பியின் குறுக்களவு குறைந்தால், அதாவது மெல்லிய கம்பியில், தடை அதிகம் உண்டாகும். அதனல், உஷ்ணம் அதிகம் உண்டாகும்.

நீளம் அதிகமானாலும் தடை அதிகரித்து அதிக உஷ்ணம் உண்டாகும். மேலும், தாமிரத்தைவிட, டங்ஸ்டன் கம்பி, நிக்கலும் குரோமியமும் சேர்ந்த நிக்ரோம் கம்பி ஆகியவைகள் அதிக உஷ்ணத்தை உண்டாக்கும்.

மின் ஓட்டத்தின் உஷ்ண பலனை அடிப்படையாகக் கொண்ட கருவிகள் அனேகம் இருக்கின்றன. அவைகளில் மின்சாரப் பற்றவைக்கும் கருவி, மின்சார இஸ்திரிப் பெட்டி, உலோகங்களைத் தாதுக்களினின்று (ores) எடுக்கும் முறைகளில் பயன்படும் மின் உலை முதலியனவும், மின்சார அடுப்பு, கெட்டில் முதலியனவும் இதே தத்துவத்தை உடையனவாகும். இவை எல்லாவற்றிலும் கல்நார், பீங்கான், மைக்கா போன்ற மின்கடத்தாப் பொருள்களின்மேல் சுற்றப்பட்ட நிக்ரோம் கம்பிச் சுருள்களின் மூலமாக மின்சார ஓட்டம் செல்லும்போது உஷ்ணம் உண்டாகிறது.



படம் 222. மின்சார அடுப்பு.



படம் 223. மின்சார இஸ்திரிப் பெட்டி.

அக்கம்பியின் உருகுநிலை மிக அதிகம். ஆகையால், அது எளிதில் இரசாயன மாறுதல் அடையாது. மின்சார அடுப்பு, கெட்டில் முதலியவை சமையல் செய்வதற்கும், தண்ணீர் கொதிக்க வைப்பதற்கும் பயன்படுகின்றன.

படம் 224.
மின்சாரக் கெட்டில்.

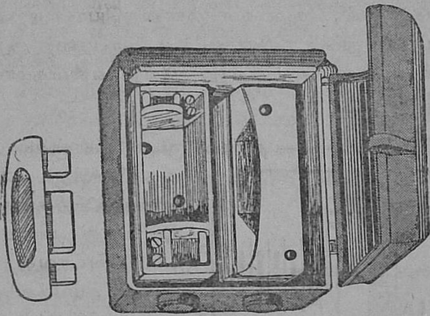
இவை சுத்தமாக இருப்பதுடன் புகையில்லாமல் உஷ்ணம் உண்டாக்குவதனால் சாதாரண அடுப்பு, கெட்டில் இவற்றைவிட மேலானவை.

உருக்குக் கம்பிகள் (fuse wires)

வீடுகளிலும், தொழிற்சாலைகளிலும், மற்றுமுள்ள இடங்களிலும் உபயோகப்படும் மின்சாரம், பலமான டைனமோக்களிலிருந்து பிறப்பிக்கப்படுவதாகும். மின்சாரச் சுற்றுக்களில் கிட்டச்சுற்று ஏற்படுவதனாலோ, அல்லது அதிகமான அளவு மின் ஓட்டம் உண்டாவதனாலோ அபாயகரமான தீ விபத்துகள் நேரிடக்கூடும். இவற்றைத் தடுக்கும் உபாயம் உருக்குக் கம்பிகளை உபயோகிப்பதேயாகும். மின்சாரம் தாமிரக் கம்பிகளுக்கு வருவதன் முன்னரே, உருக்குக் கம்பிகள் வைக்கப்பட்ட பெட்டிகளின் மூலம் செலுத்தப்படும். இந்த உருக்குக் கம்பியின் முக்கிய குணம் என்னவென்றால், இதன் உருகுநிலை மிகக் குறைவு. எக்காரணத்தினாலாயினும், சுற்றில் அதிக உஷ்ணம் உண்டானால், முதலில் உருக்குக் கம்பி உருகிவிடும். ஆகையால் சுற்று பிரிக்கப்பட்டு, சுற்றில் மின்சார ஓட்டம் நின்றுவிடும்.

உருக்குக் கம்பிகள் சாதாரணமாக வெள்ளீயம், காரீயம் இவைகளின் உலோகக் கலவையினாலாகியவை. அவற்றின் உருகுநிலை மிகக் குறைவானது. டைனமோவிலிருந்து வரும் மின் ஓட்டம் முதலில் பிரதான (முக்கிய) உருக்குகளின் மூலமாக மீட்டருடனும், பிறகு மற்றொரு உருக்குக் கம்பிப் பெட்டியுடனும் ஸ்விச்சுடனும் இணைக்கப்படும். இந்த ஸ்விச்சின் உதவியால் மின் ஓட்டத்தைச் செலுத்தவும், தடுக்கவும் கூடும். கட்டடத்தில் எவ்வளவு சுற்றுகள் உண்டோ அவ்வளவு ஜதை உருக்குகள் இப்-

பெட்டியில் இருக்கும். இவற்றிலிருந்துதான் விளக்குகள், விசிறிகள் முதலியவற்றுக்குக் கம்பிகள் செல்லும். வீட்டில் விளக்குகள் எரியாமலிருந்தால் முதலில் நாம் உருக்குகளைப் பார்க்கவேண்டும். ஏதாயினும் ஒரு உருக்குக் கம்பி எரிந்து



படம் 225. உருக்குக் கம்பி அடங்கிய பெட்டி.

போயிருந்தால் அதனுடன் சம்பந்தப்பட்ட சுற்றில் மின்சாரம் செல்லாது. உருகிப்போன உருக்குக்குப் பதில் மற்ருெரு உருக்கைப் பொருத்தவேண்டும்.

அத்தியாயம் 21

மின்சாரத்தின் இரசாயன பலன்

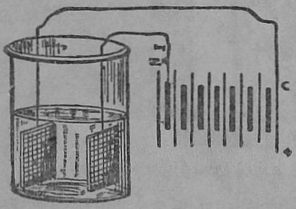
(Chemical effect of the electric current)

பரிசோதனை 66 :—ஒரு பாத்திரத்திலுள்ள சுத்தமான தண்ணீர், கர்ப்பூரத் தைலம் அல்லது மண்ணெண்ணெயில் ஒரு பாட்டரியின் கோடிகளுடன் இணைக்கப்பட்ட இரு கம்பி-களின் முனைகளையும் வை. சுற்றிலேயே ஒரு கால்வனு-மீட்டரையும் சேர். கம்பிகளின் முனைகள் ஒன்றையொன்று தொடும்போது மாத்திரம், மின்சாரம் ஓடுகிறது. கம்பிகள் தொடாமல் தனித்தனியாக இத் திரவங்களுள் இருந்தால்

மின் ஓட்டம் இல்லை. ஆகையால், சுத்தமான தண்ணீர், கற்பூரத் தைலம், மண்ணெண்ணெய் — இவை மின்சாரத்தைக் கடத்தாத திரவங்களாகும் (non-conductors).

பரிசோதனை 67:— முன் சோதனையில் பாதரசத்தை உபயோகித்தால், கம்பிகள் ஒன்றையொன்று தொடாமலிருக்கும் போதுகூட, மின் ஓட்டம் இருப்பதை அறியலாம். பாதரசம் உஷ்ணமடைகிறது. வேறு எவ்விதமான மாறுதலும் இல்லை.

பரிசோதனை 68:— தண்ணீருடன் கொஞ்சம் அமிலத்தைக் கலந்து முன் சோதனையைத் திரும்பச் செய். இப்போது மின்சார ஓட்டம் உண்டாவது மாத்திரமின்றி, கம்பிகளின் முனைகளிலிருந்து சில வாயுக்குமிழிகள் விடுவிக்கப் பெறுகின்றன. இவ்வாயுக்களைச் சோதனை செய்தால், அவை ஹைடிரஜனும், ஆக்ஸிஜனும் என்று தெரியவரும்.



படம் 226.

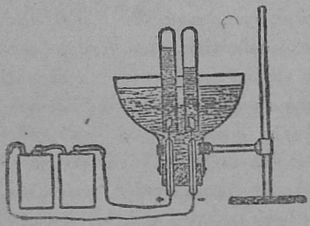
பரிசோதனை 69:— இரு கார்பன் தகடுகளை எடுத்துக்கொண்டு, ஒன்றை பாட்டரியின் நேர்-மின்-வாயுடனும், மற்றதை எதிர்-மின்-வாயுடனும் இணை. இரண்டு கார்பன்-தகடுகளையும் ஒரு பாத்திரத்திலுள்ள தாமிர சல்பேட்டுக் (மயில் துத்தம்) கரைசலுக்குள் வைத்து, மின்சார ஓட்டத்தைச் செலுத்து. எதிர்-மின்-வாயுடன் இணைக்கப்பட்ட கார்பன் தகட்டின்மேல் தாமிரம் படிவதைப் பார். மற்றதில் ஒரு வித்தியாசமுமில்லை.

தாமிர-சல்பேட்டுக்குப் பதிலாக வெள்ளி-நைட்டிரேட்டுக் கரைசலை உபயோகித்தால், எதிர்-மின்-வாயிலுள்ள கார்பனின்மேல் வெள்ளி படிகிறது.

மேற்கூறப்பட்ட பரிசோதனைகளிலிருந்து தெரிவது என்ன ? திரவங்களை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். பெட்ரோலியம், சுத்த தண்ணீர் போன்ற திரவங்கள் கடத்தாப் பொருள்கள். அமிலங் கலந்த தண்ணீர், தாமிர-சல்பேட்டுக் கரைசல் முதலியவை கடத்திகள். மேலும், பாதரசம் ஒரு கடத்தியாயினும் மின்சாரத்தினுல் இரசாயன மாறுபாடு அடைவதில்லை. இம்மாதிரி திரவங்களும், உருகின உலோகங்களும் மின்னுற் பகுபடாப் பொருள்கள் (non-electrolytes) என்றும், தாமிர-சல்பேட்டுக் கரைசல், வெள்ளி-நைட்டிரேட்டுக் கரைசல் போன்ற மின்சாரத்தினுல் இரசாயன மாறுதல் அடையும் திரவங்கள் மின்னுற் பகுபடு பொருள்கள் (electrolytes) என்றும் கூறப்படும்.

மின்னுற் பகுபடு திரவங்கள் மின்சாரத்தினுல் இரசாயனச் சிதைவு (decomposition) அடையும் முறைக்கு மின்னுற் பகுப்பு (electrolysis) என்று பெயர்.

ஒரு திரவத்தை மின்னுற் பகுப்படையச் செய்வதற்கு உபயோகிக்கப்படும் உபகரணம் மின் - முறி - கலம் (voltameter) எனப்படும். படம் 227 புனலைப் போன்ற ஒரு பாத்திரம் ஒரு தாங்கியில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. பாத்திரத்தின் கழுத்து தக்கையினுல் அடைக்கப்பட்டு, அதன் மூலமாக இரண்டு தாமிரக் கம்பிகள் செலுத்தப்பட்டிருக்கின்றன. கம்பிகளின் மேல்முனைகள் பிளாட்டினம் அல்லது கார்பன் தகடுகளைத் தாங்குகின்றன. தாமிரக் கம்பிகளின் கீழ்முனைகளில் திருகாணிகள் இருக்கின்றன. பாத்திரத்தில் அமிலங் கலந்த தண்ணீரை ஊற்றித் தாமிரக் கம்பிகளை ஒரு பாட்டரியின் கோடிகளுக்கு இணைத்துத் தண்ணீரில்



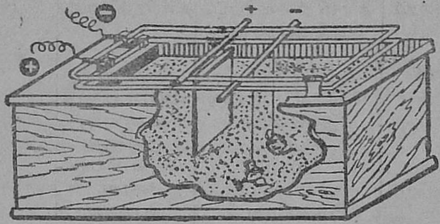
படம் 227.

மின்சாரத்தைச் செலுத்தினல், தண்ணீர் இரசாயனச் சிதைவுற்று ஹைடிரஜனுகவும், ஆக்ஸிஜனுகவும் பிரிகிறது. பிளாட்டினத் தகடுகளின்மேல் தண்ணீர் நிறைந்த சோதனைக் குழாய்கள் பொருத்தப்பட்டிருந்தால், தண்ணீரை விலக்கி, இவ்வாயுக்கள் குழாயினுள் சேரும். ஹைடிரஜன் எதிர்-மின்-வாயிலும் (cathode), ஆக்ஸிஜன் நேர்-மின்-வாயிலும் (anode) சேரும். ஆக்ஸிஜன் ஓரளவும், அதைப் போல் இருமடங்கு ஹைடிர்ஜனும் இருக்கும். தண்ணீருக்குப் பதிலாக வேறு மின்னுற் பகுபடும் திரவங்களை உபயோகித்தால், உலோகங்கள் எதிர்-மின்-வாயிலும், அலோகங்கள் நேர்-மின்-வாயிலும் விடுவிக்கப்பெறும்.

மின்மூலாம் பூசுதல் (Electro-plating)

பரிசோதனை 70:—ஒரு பாத்திரத்தில் தாமிர-சல்பேட்டுக் கரைசலை எடுத்துக்கொள். அதனுள் ஒரு கார்பன் தகட்டையும் தாமிரத் தகட்டையும் வைத்து, தாமிரத்தை ஒரு பாட்டரியின் நேர்-மின்-வாயுடனும், கார்பனை எதிர்-மின்-வாயுடனும் இணை. முதலில் கார்பன், தாமிரம் ஆகிய தகடுகளின் எடையைக் குறித்துக்கொள். சுமார் 15 நிமிடம் மின்சாரத்தைக் கரைசலுக்குள் செலுத்தி நிறுத்திவிட்டு, தகடுகளை மறுபடியும் எடைபோடு. கார்பனின்மேல் தாமிரம் படிந்திருப்பதைப் பார். கார்பனின் எடை அதிகமாயுள்ளது. தாமிரத்தின் எடை அதே அளவுக்குக் குறைந்துள்ளது. கார்பனுக்குப் பதிலாக மற்றொரு தாமிரத் தகட்டை உபயோகித்த போதிலும் இதேமாதிரிதான் நடைபெறுகிறது. மின் ஓட்டத்தினல் தாமிர சல்-பேட்டுக் கரைசல் ரசாயனச் சிதைவுற்று தாமிரம் பிரிக்கப்படுகிறது. அந்தத் தாமிரம், எதிர்-மின்-வாயில் உள்ள தகட்டின்மேல் படிகிறது. அதே சமயத்தில் நேர்-மின்-வாயிலுள்ள தாமிரத்திலிருந்து அதே யளவு தாமிரம் கரைசலில் கரைகிறது. அதனல், கரைசலின் பலம் மாருமலே யிருக்கும்.

மின்னுற் பகுப்பு முறையில் ஒரு உலோகத்தின்மேல் மற்றொரு உலோகத்தை படியச் செய்யும் முறைக்கு மின் முலாம் பூசுதல் என்று பெயர். இரும்பின்மேல் நிக்கலை மின்-



படம் 228. மின் முலாம் பூசுதல்.

முலாம் பூசுவதனுல் இரும்பு துருப்பிடிக்காது; பார்ப்பதற்கு நேர்த்தியாக இருக்கும். துவிச்சக்கரவண்டி, மோட்டார் கார்கள் இவற்றின்மேல் நிக்கல் முலாம் பூசப்படுவதைப் பார்த்திருப்பீர்கள்.

எந்தப் பொருளின்மேல் மின்முலாம் பூசவேண்டுமோ அதை முதலில் நன்ருகத் தேய்த்துச் சுத்தம் செய்து, தகுதியான மின்னுற் பகுபடு திரவத்தில் பாத்திரத்தின் மேலுள்ள உலோகக் கோலிலிருந்து கட்டித் தொங்கவிட வேண்டும். அதேமாதிரி மற்றொரு கோலிலிருந்து எந்த உலோகம் பூசப்படவேண்டுமோ அதே உலோகத் தகட்டைத் தொங்கவிட வேண்டும். பொருளுடன் எதிர்-மின்-வாயையும், உலோகத் தகட்டுடன் நேர்-மின்-வாயையும் இணைத்து மின்சாரத்தைச் செலுத்திஞல், பொருளின்மேல் வேண்டிய அளவு உலோகத்தைப் படியச்செய்யலாம். இம்முறையில் வெள்ளி முலாம், தங்க முலாம் முதலியவை பூசலாம். அடுத்த பக்கத்தில் காணும் அட்டவணையிலிருந்து ஒவ்வொன்றுக்கும் உபயோகிக்கவேண்டிய திரவம், மின்-வாய் முதலியவற்றைத் தெரிந்துகொள்க.

பூசவேண்டிய முலாம்	மின்னுற் பகுபடு திரவம்	நேர்-மின்-வாய்	எதிர்-மின்-வாய்
தாமிர முலாம்	தாமிர சல்பேட்டுக் கரைசல்	தாமிரத் தகடு	பூசப்பட வேண்டிய பொருள்
வெள்ளி	பொட்டாசியம், வெள்ளி சேர்ந்த இரட்டைச் சயனைடு (double cyanide of Potassium & silver).	வெள்ளித் தகடு, அல்லது நாணயம், அல்லது வெள்ளியாலான பொருள்	,,
தங்கம்	பொட்டாசியம், தங்கம் சேர்ந்த இரட்டைச் சயனைடு	தங்கத்தினுலான ஒரு பொருள்	,,
நிக்கல்	நிக்கல் - அம்மோனியம்-சல்போட்டுக் கரைசல்	நிக்கல் தகடு	,,

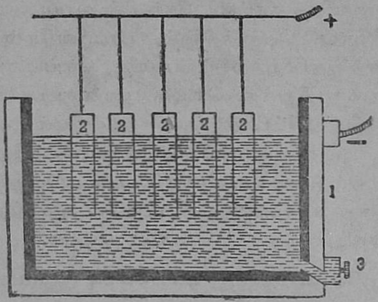
மின்னச்சு எடுத்தல் (electro - typing) :— நாணயங்களின் அச்சு எடுப்பதற்கும், ஒரு தடவை கோர்க்கப்பட்ட அச்சை உலோகத் தகடுகளின்மேல் பதியச்செய்து, மறுபடியும் அச்சுக் கோர்க்கவேண்டிய அவசியமின்றி, ஒரு புத்தகத்தின் பிரதிகளை எப்பொழுது வேண்டுமாயினும் தயாரித்துக் கொள்ளவும் மின்னச்சு எடுத்தல் முறை பயன் படுகிறது.

பாரிஸ் சந்து (Plaster of Paris) அல்லது மெழுகு பரப்பின்மேல் எடுக்கவேண்டிய அச்சைக் கோர்த்து அழுத்தி, அதன் அச்சு (mould) எடுக்கப்படும். அதன்மேல் கிராவைட்டுத் தூளைத் தூவி, அதைக் கடத்தியாக்குவார்கள். இந்த மெழுகு அச்சைத் தாமிர-சல்பேட்டுக் கரைசலில் வைத்து, இதை பாட்டரியின் எதிர்-மின்-வாயுடனும், ஒரு

கனமான தாமிரத் தகட்டை நேர்-மின் வாயுடனும் இணைத்து மின்சாரத்தைச் செலுத்தினுல், பரப்பின்மேல் வேண்டிய அளவுக்குத் தாமிரத்தைப் படியச் செய்யலாம். பிறகு, மின்சாரத்தை நிறுத்தி, மெழுகு அல்லது பாரிஸ் சாந்துப் பரப்பை எடுத்துவிட்டால், தாமிரத்தின்மேல் அச்சு வார்த்தைகள் பதிந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். பிறகு, அச்சு உலோகத்தில் (type metal) வார்ப்படம் எடுத்துக் கொள்ளலாம். இந்த வார்ப்படத்தின் உதவியினுல் தேவையானபோது பிரதிகள் எடுத்துக்கொள்ள முடியும்.

கிராமபோன் அல்லது ஒலிப்பெட்டி (gramaphone) ரிக்கார்டுகள் எடுப்பதும் இம்முறையிலேதான். ஒரு மெழுகுத் தகட்டில் ஒலி அலைகளைப் பதிவு செய்து, அதன்மேல் கிராவைட்டைத் தூவி, அதன்மேல் மின்னுற் பகுப்பு முறையில் தாமிரத்தைப் படியச் செய்தால், தாமிரத்தின்மேல் ஒலி அலைகள் பதிவாகும். மெழுகைப் பிறகு எடுத்துவிட்டு, தாமிரத் தகட்டை பலப்படுத்தி, மூல ரிக்கார்டுகளாக வைத்துக் கொள்வார்கள். மூல ரிக்கார்டுகள், போட்டோ கலையில் நெகெட்டிவ் போன்றது. அதன்மேல் ரிக்கார்டு எடுக்க வேண்டிய தகடுகளை வைத்து, எந்திரத்தினுல் அழுத்தி எடுத்தால், பாஸிட்டிவ் ரிக்கார்டுகள் கிடைக்கும்.

மின் இரசாயன பலனை உபயோகித்தே சில தாதுக்களிலிருந்து உலோகங்களைப் பிரித்தெடுக்கிருர்கள். முக்கியமாக, அலுமினியம் இம்முறையில்தான் தயாரிக்கப்படுகிறது. அலுமினியத்தின் முக்கியமான தாது பாக்ஸைட்டு என்பது (bauxite). அது அலுமினியத்தின் ஆக்ஸைடாகும். பாக்ஸைட்டைச் சலவை உப்புடன் சேர்த்துக் காய்ச்சி சுத்தப் படுத்துவார்கள். பிறகு, அதனுடன் கிரையோலைட்டு என்ற மற்ருெரு அலுமினியத் தாதுவைச் சேர்ப்பார்கள். இக்கலவையை 1 (படம் 229) என்ற பெரிய இரும்புப் பெட்டியில் போட்டு மின்சாரத்தைப் பாய்ச்ச வேண்டும். இரும்புப் பெட்டியின் உட்புறத்தில் கார்பன் போர்வை



படம் 229.

இருக்கிறது. பாத்திரமே, கெத்தோடு அல்லது எதிர்-மின்-வாயாகும். பாத்திரத்தினுள் 2 என்று குறிக்கப்பட்ட கார்பன் கோல்கள் ஒரு தாமிரக் கோலிலிருந்து தொங்கவிடப்பட்டிருக்கும். இக்கார்பன் கோல்கள் நேர்-மின்-வாயாகும். பாத்திரத்தின் உட்பாகத்தையும், கார்பன் கோல்களைத் தாங்கும் தாமிரக் கோலையும் பாட்டரியின் சரியான கோடிகளுடன் இணைத்து, பலமான மின்சார ஓட்டத்தைச் செலுத்தினுல் தாதுக்கள் உருகி, திரவமாகி மின்-பகுப்பு அடையும். அலுமினியம் எதிர்-மின்-வாயில் பிரிக்கப்பட்டு, உருகின நிலையில் பெட்டியின் அடியிலுள்ள 3 என்னும் குழாய் வழியாக வெளியே எடுத்துக்கொள்ளப்படும். நேர்-மின்-வாயில் விடுவிக்கப்படும் ஆக்ஸிஜன், கார்பனேடு சேர்ந்து கார்பன்-மானுக் ஸைடாக வெளியே வரும்.

இம்முறையில், தனி பாக்ஸைட்டின் உருகுநிலை 2,000° ச.-க்கு அதிகம். ஆனுல், கிரையோலைட்டைச் சேர்ப்பதனுல் கலவையின் உருகுநிலை 900° ச.-க்குக் குறைந்து விடுகிறது. ஆகையால், கிரையோலைட்டின் வேலை தாதுவின் உருகு நிலையைக் குறைப்பதுதான் என்று விளங்குகின்றது.

அலுமினியத்தை மின்பகுப்பு முறையில் பிரித்தெடுக்கும் முறை கண்டுபிடிக்கப் படுவதற்குமுன், அலுமினியமும் தங்கத்தைப்போலவே விலையுயர்ந்ததாக இருந்தது. மின்-பகுப்பு முறையின் பயனாக நமக்கு இப்பொழுது அலுமினியம் மிகக் குறைந்த விலையில் கிடைக்கிறது.

தங்கத்தை ஊற்றி யெடுத்தல் :— சயனைடு முறையில் (cyanide process) தங்கம் கலந்துள்ள பாறைகளை எந்திரங்-களினால் தூளாக்கி, அதனுடன் பலவீனமான பொட்டாசியம் சயனைடுக் கரைசலைச் சேர்த்தால், தங்கம் மாத்திரம் சயனை-டில் கரைந்து தங்க-சயனைடாகிறது. மற்ற அசுத்தங்களை இந்தக் கரைசலிலிருந்து நீக்கி, சுத்தமான தங்க-சயனைடுக் கரைசலில் மின்சாரத்தைச் செலுத்தினால், கரைசல் மின்-பகுப்பு அடைந்து, தங்கம் எதிர்-மின்-வாயில் பிரியும்.

அத்தியாயம் 22

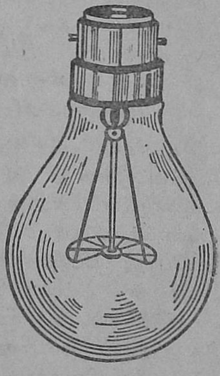
மின் ஓட்டத்தின் ஒளி பலன்

(Lighting effect of the electric current)

மின்சார ஓட்டத்தின் ஒரு பயன் உஷ்ணம் என்று கூறப்பட்டுள்ளது. மின்சாரம் கம்பியில் செல்லும்போது உஷ்ணமுண்டாகிறதெனக் கண்டோம். ஒரு கம்பி செவ்-வுஷ்ணமாகும்போது அது பிரகாசிப்பதைப் பார்க்கிறோம். அப்போது உஷ்ணபலன் ஒளியாகப் பரிணமிக்கிறது. டங்ஸ்டன் கம்பியில் சாதாரணமாக மின்சாரத்தைச் செலுத்தினால், அது உஷ்ணமடைகிறது. அந்த உஷ்ணம் மிக அதிகமாகும்போது வெளிச்சம் உண்டாகிறது என்ற தத்துவமே மின்சார விளக்குகளின் அடிப்படையாகும். தாமஸ் ஆல்வா எடிசன் (Thomas Alva Edison) என்பவர்-தான் முதன் முதலாக மின்சார பல்பைத் தயாரித்தவர். அவர் ஒரு மூங்கில் நாரை வளைத்துக் கெட்டியாக மூடப்-பட்ட ஒரு பாத்திரத்தில் இட்டுச் சூடாக்கினார். மூங்கில்நார்

கரியாயிற்று. இப்படி கரியாக்கப்பட்ட நாரை (carbon filament) வெற்றிடமாக்கப்பட்ட பல்புகளுக்குள் பொருத்தி, பல்புகளில் மின்சாரத்தைச் செலுத்தியபோது கரிநார் வெளிச்சத்தைக் கொடுத்தது. முதன் முதல் தயாரிக்கப்பட்ட மின்சார பல்புகளில் கார்பன்நார்களே உபயோகிக்கப்பட்டன.

இப்போது அதிகமாக உபயோகத்திலிருக்கும் டங்ஸ்டன் இழை (தந்தி) பல்புகள், கார்பன் இழை விளக்குகளைவிட அதிகமான வெளிச்சத்தை உண்டாக்குகின்றன. கண்ணாடி பல்பில் இரண்டு பிளாட்டினக் கம்பிகள் உருக்கிப் பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன. பிளாட்டினக் கம்பிகளின் முனைகளோடு டங்ஸ்டன் இழை இணைக்கப்பட்டுள்ளது. பிளாட்டினக் கம்பிகளின் மேல்-முனைகள் பல்பின் மூடியிலுள்ள குமிழிகளுடன் சேர்க்கப்பட்டவை. பல்பினுள் சாதாரணமாக வெற்றிடம். பல்பை ஹோல்டரில் (holder) பொருத்தி ஸ்விச்சைப் போட்டால் விளக்கு எரியும். கார்பன் இழை விளக்குகள் இப்பொழுது சாதாரணமாக உபயோகத்தில் இல்லை. டங்ஸ்டனுக்குப் பதிலாக டான்டலம் (tantalum) என்ற உலோக இழை உபயோகமாகின்றது.



படம் 230.
மின்சார விளக்கு.

சிலவகை பல்புகளில், வெற்றிடத்துக்குப் பதிலாக நைட்ரஜன் அல்லது ஆர்கன் (argon) என்ற வாயு நிறப்பப்பட்டிருக்கும். இவ்வாயுக்கள் ஜடமான (inert) வாயுக்களாதலால், கம்பிகள் எரிந்துபோகா. இம்மாதிரி பல்புகள் அதிக நாள் உழைப்பதுடன், வெற்றிட விளக்கு-

களைவிட அதிக வெளிச்சத்தையும் கொடுக்கும். சாதாரண நீண்ட கம்பிகளாக இருப்பதைவிட இழைகள் சுருள்சுருளாக இருந்தாலும், சுருள்களுக்குள் சுருள்களாக இருந்தாலும், விளக்குகளின் வெளிச்சமும் உழைப்பும் அதிகப்படுகிறது என்று கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள். ‘சுருளில் சுருள்’ இழை விளக்குகளில் (coiled-coil lamps) இதை உபயோகித்திருக்கிறார்கள்.

நாலாம் படிவப் புத்தகத்தில் மின்சார வில் விளக்கைப் பற்றிப் (arc lamp) படித்தீர்கள். வில் விளக்கில் இரு கார்பன் கோல்களை ஒன்றையொன்று தொடும்படி வைத்து, இரண்டு கோல்களையும் பாட்டரியின் கோடிகளுடன் சேர்த்தால், மின் ஓட்டம் கார்பனின் மூலமாகச் செல்லுகிறது. இப்பொழுது கோல்களைச் சிறிது விலக்கினால், கோல்கள் உஷ்ணமடைவதனால் உண்டாகும் கரி ஆவி எரிந்து, கோல்களுக்கிடையே வில் வடிவமான சுடர் உண்டாகிறது என்று கண்டோம். நேர் - மின் - வாயான கார்பன் கோலிலிருந்து கார்பன் அணுக்கள் பிரிந்து எதிர்-மின்-வாயில் சேரும். ஆகையால், நேர்-மின்-வாயின் உட்புறம் தேய்ந்து கொண்டும், எதிர்-மின்-வாய் கார்பனின் முனை கூராகவும் மாறுதலடையும். இவ்விளக்கில் சுடர் எப்படி உண்டாகிறது? கார்பன் அணுக்கள் கார்பன் ஆவியாகி, சுடர் உண்டாகிறது. ஆகையால், வில் விளக்கை இழையில்லாத ஆவி விளக்காகக் கருதலாம்.

படம் 231. மின்சார வில் விளக்கு.

சாதாரண மின்சார விளக்குகளில் முதலில் உண்டாக்கப்படும் உஷ்ணத்தினால் மிகக் குறைவான பாகமே ஒளியாக மாற்றப்படுகிறது. மிகவும் உயர்தரமான சுருளுக்குள் சுருள் இழை விளக்குகளில்கூட, 60 வாட்டு

விளக்கில் செலவாகும் மின்சக்தியில் 2 சதவிகிதந்தான் ஒளியாக மாறுகிறது.

நியான் (neon) என்ற வாயுவினால் நிறப்பப்பட்ட விளக்குகளில் இழைகள் இல்லை. மின்சக்தியினால் அந்த வாயுவே வெளிச்சத்தை உண்டாக்குகிறது. இதில் உண்டாகும் வெளிச்சம், இழை விளக்குகளில் உண்டாவதைவிட மிக்க அதிகம். ஓரளவு மின்சக்தியானது இழை விளக்குகளில் உண்டாகும் ஒளியைப்போல நான்கு மடங்கு ஒளியை நியான் விளக்குகளில் உண்டாக்கும். மெர்க்குரி ஆவி, சோடியம் ஆவி ஆகியவற்றால் நிரப்பப்பட்ட விளக்குகள் அதிகமாக உபயோகத்துக்கு வந்துகொண்டிருக்கின்றன. இம்மாதிரி விளக்குகள் பெரிய ரஸ்தாக்கள் கூடுமிடங்களிலும், வியாபார விளம்பரங்களுக்காகவும் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றினால் அதிக வெளிச்சத்துக்குச் செலவு குறைவதுமட்டுமன்றி வேறுவித நன்மைகளும் உண்டு. இவை மூடுபனி, மறைபனி முதலியவற்றால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. மேலும் நிழலை உண்டாக்குவதில்லை.

மஞ்சள் பாஸ்வரம் ஒரு இருட்டறையில் இருக்கும்போது அதிலிருந்து பாஸ்வரக் காந்தி உண்டாவது போலவே, வேறு சில பொருள்களிலிருந்து ஒருவிதமான ஒளி உண்டாகிறது. மின்மினிப் பூச்சிகளும் சிலவகை மீன்களும் இம்மாதிரியான காந்தியை உண்டாக்கும். அது போன்ற சில பொருள்களின் மூலம் மின்சாரம் செல்லும்போது அவை பிரகாசிக்கின்றன. கால்சியம்-டங்ஸ்டேட்டு (calcium - tungstate), காட்மியம்-போரேட்டு (cadmium-borate), நாக-சிலிகேட்டு (zinc-silicate) ஆகிய பொருள்களைக் கண்ணாடிக் குழாய்களில் இட்டு மின்சாரத்தைச் செலுத்தினால் பிரகாசம் உண்டாகிறது. இம்மாதிரி விளக்குகள் அதிகமாக உபயோகத்துக்கு வருவதைப் பார்க்கலாம். இவற்றுக்கு ஒளிரும் விளக்குகள் (fluorescent lamps) என்று பெயர். வாயு அல்லது ஆவி விளக்குகளைப் போலவே இவ்-

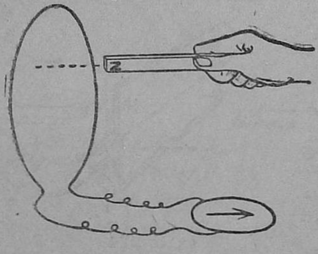
விளக்குகளின் அனுகூலங்கள் பின்வருமாறு : (1) இவற்றிலுள்ள வெளிச்சம் ஏறக்குறைய சூரிய வெளிச்சத்தைப் போல் உள்ளது. (2) இழை விளக்குகளை விட மலிவானவை. (3) இவற்றில் எவ்வளவு நீண்ட குழாய்களை வேண்டுமாயினும் உபயோகிக்கலாம். (4) மேலும் இவற்றிலிருந்து நிழல் உண்டாவதில்லை. (5) கண்ணுக்குக் குளிர்ச்சியாகவும் இருக்கும்.

அத்தியாயம் 23

மின்-தூண்டல் (Electrical Induction)

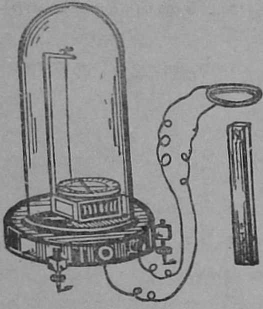
1831-ஆம் ஆண்டில் மைக்கேல் பாரடே (Michael Faraday) என்ற விஞ்ஞானி மின்சாரத்துக்கும் காந்தத்துக்கும் உள்ள நெருங்கிய சம்பந்தத்தை ஆராய்ந்து கண்டுபிடித்தார். அவருடைய ஆராய்ச்சியின் பயனாகவே ஏராளமான மின்சார ஓட்டத்தைப் பிறப்பிக்க உதவும் டைனமோ, மோட்டார், டெலிபோன், ராண்ட்ஜன் கதிர்கள் (Rontgen rays) போன்ற மிக அற்புதமான சாதனங்களைக் கண்டுபிடிக்க முடிந்தது.

பரிசோதனை 71 :— காப்பிட்ட தாமிரக் கம்பியை சுமார் 50 சுற்றுகளாகச் சுற்றி ஒரு சுருள் தயாரித்துக்கொள். அதன் குறுக்களவு குறைவாக இருக்கட்டும். சுருளின் இரு முனைகளையும் ஓர் உணர்கால்வனு மீட்டருடன் இணை. சுருளைத் தாங்கியில் பொருத்தி, ஒரு காந்தத்தின் வடதுருவத்தை வேகமாகச் சுற்றுக்கருகே கொண்டு வா. கால்வனு மீட்டரில் ஊசி ஒரு திசை-



படம் 232.

யில் கண நேரம் விலகுவதைக் கவனி. இப்பொழுது காந்த துருவத்தை வேகமாகச் சுருளைவிட்டு அப்பால் நகர்த்து. கணநேரம் ஊசி எதிர்த்திசையில் விலகுகிறதைப் பார். காந்தத்தைச் சுருளுக்குள் நகர்த்தாமல் வைத்தால், ஊசி விலகுவது நின்று, அதன் முதல் தானத்துக்கு திரும்பிவிடும்.

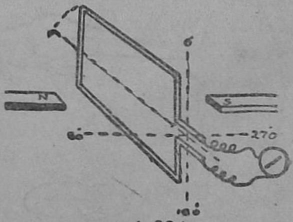


படம் 233.

இதே சோதனையைக் காந்தத்தின் தென் துருவத்தை உபயோகித்துச் செய்தால், முன்னால் நடைபெற்ற பலன்களுக்கு எதிரிடையான பலன்கள் உண்டாகும். காந்தத்தை வேகமாக நகர்த்தாமல் மெதுவாக நகர்த்துவதால் என்ன நேரிடுகிறது என்று பார்.

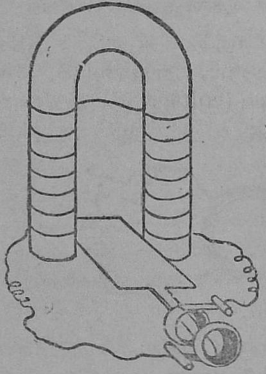
பரிசோதனை 72 :— காந்தத்தை ஸ்திரமாக வைத்து, சுருளை அதன் அருகே கொண்டுவந்தாலும் முன்மாதிரியே பலன் ஏற்படுவதைக் காணலாம். (படம் 233).

பரிசோதனை 73 :— மேஜைமேல், மரக்கட்டைகளினால் தாங்கப்பட்ட இரு காந்தங்களின் எதிர் துருவங்களுக்கிடையே கம்பிச்சுருளைச் செங்குத்தாக வைத்துச் சுருளை வேகமாக ஒருஅரைச் சுற்று சுழலச் செய் (படம் 234). ஊசி விலகும் திசையைக் கவனி. மறுபடியும் அரைச்சுற்று சுழலச் செய்து ஊசி விலகும் திசை முன்னர் நகர்ந்ததற்கு எதிர்திசையில் விலகுவதைப் பார். காந்த ஊசி விலகுவது எதனால்?

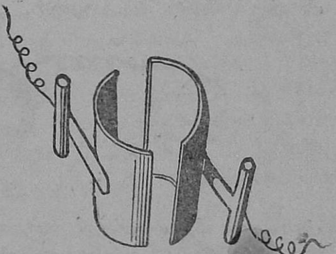


படம் 234.

சுருளில் கண மின் ஓட்டம் உண்டாவதனுல்தான். இந்த மின் ஓட்டம் சுருள் நகரும்போது மட்டும் உண்டாகிறது. சுருள் ஸ்திரமாயிருக்கும்போது மின் ஓட்டமில்லே. காந்தத்தின் ஒரு துருவத்திற்குச் சமீபத்தில் சுருள் வரும்போது கணப்பிரவாகம் ஒரு திசையிலும், எதிர்த் துருவத்தின் அருகே சுருள் வரும்போது எதிர்த்திசையிலும் உண்டாகிறது. இம்மாதிரி உண்டாகும் கண மின்சார ஓட்டத்துக்குத் தூண்டிய-மின் ஓட்டம் (induced current) என்றும், இம்மாதிரி தூண்டப்படும் முறைக்கு மிண்-தூண்டல் (electrical induction) என்றும் பெயர்.



படம் 235.



படம் 236.

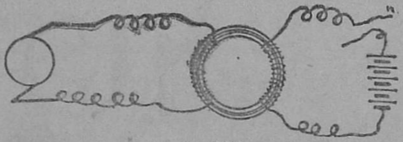
கம்பிச் சுருளின் முனைகள் இரண்டு உலோக வளையங்களோடு இணைக்கப்பட்டும், புருசு (brush) எனப்படும் இரண்டு உலோகத் துண்டுகள் இவ்வளையங்களைத் தொட்டுக்கொண்டுமிருந்தால் (படம் 235), கம்பிச்சுருள் வெகு வேகமாகச் சுற்றும்போது அதில் உண்டாகும் தூண்டிய மின்சார ஓட்டம் புருசுகளுக்கு இணைக்கப்பட்டுள்ள கருவியின் வழியாகச் செல்லும். படம் 235, இரு திசை ஓட்ட மின்சார

ஜனனியாகும் (alternating current dynamo). ஒரு திசை ஓட்ட (direct current) மின்சார ஜனனியில் இரண்டு வளையங்களுக்குப் பதிலாக ஒரே வளையம் மட்டும் இருக்கும். அவ் வளையம் இரண்டு பாதிகளாக வெட்டப்பட்டு, இரண்டு பாதிகளும் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று காப்பிடப் பட்டிருக்கும் (படம் 236). சுருளின் முனை ஒரு பாகத்திற்கும், மறுமுனை மற்றொரு பாகத்திற்கும் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

தூண்டு சுருள் (Induction coil)

தூண்டு சுருளின் தத்துவத்தை அறியு முன்னர் மாற்றி-(transformer) யின் தத்துவத்தை தெரிந்துகொள்வோம்.

டைனமோக்களினல் உண்டாகும் மின் ஓட்டம் அதிக தூரம் செல்ல வேண்டியிருப்பதனல், அதனுடைய மின் அழுத்தம் என்ற வோல்ட்டு அளவு (voltage) மிக அதிகமாயிருத்தல் வேண்டும். ஆனல், அதே வோல்ட்டு அளவுள்ள



படம் 237.

மின்சாரம் வீடுகளுக்குள் வருமானல் பெரிய விபத்துக்கள் நேரிடக்கூடும். ஆகையால், வீடுகளுக்கு வருமுன் அதன் வோல்ட்டு அளவு வெகுவாகக் குறைக்கப் படவேண்டும். இம்மாதிரி செய்ய உபயோகமாகும் சாதனத்துக்கு மாற்றி என்று பெயர்.

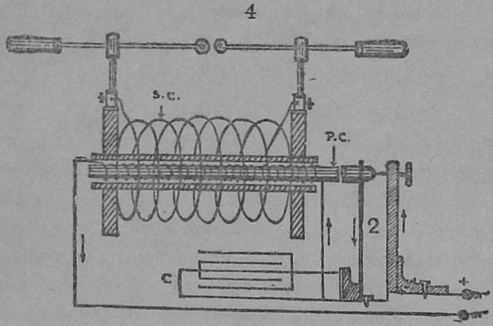
பரிசோதனை 74:—பல சிறு தேன் இரும்புக் கம்பிகள் சேர்ந்த இரும்பு வளையத்தை எடுத்துக்கொண்டு, அதன் ஒரு புறத்தில் மெல்லிய காப்பிட்ட தாமிரக் கம்பியை 50 சுற்றுகளாகச் சுற்று. இக்கம்பியின் முனைகளை ஒரு பாட்-

டரியின் கோடிகளுடன் திறப்பான் (key) மூலமாக இணை. வளையத்தின் எதிர்ப்பக்கத்தில் கனமான, காப்பிட்ட தாமிரக் கம்பியை 10 சுற்றுகளாகச் சுற்று (படம் 237).

இந்தச் சுருளின் முனைகளுடன், ஒரு கால்வனு மீட்டரைச் சேர். பாட்டரிச் சுற்றுக்குப் பிரதம சுருள் (primary coil) என்றும், கால்வனு மீட்டர் சுற்றுக்குத் துணைச் சுருள் (secondary coil) என்றும் பெயர். சாவியை (திறப்பானை) அழுத்திச் சுற்றை மூடியதும் துணைச் சுருளில் ஒரு கணப்பிரவாகம் (momentary current) உண்டாவதைக் கால்வனு-மீட்டரில் காந்த ஊசி விலகுவதிலிருந்து தெரிந்துகொள். சாவியை அழுத்துவதை நிறுத்திவிட்டாலும், காந்த ஊசி எதிர்த்திசையில் விலகுவதினின்றும், எதிர்த்திசையில் தூண்டிய கணப்பிரவாகம் உண்டாவதைக் கண்டறி.

முன் சோதனையில், பிரதம சுருளில் செல்லும் மின் ஓட்டத்தின் வோல்ட்டு அளவு 500 வோல்ட்டும், மின்சாரத்தின் பலம் 2 ஆம்பியரும் என்று கொள்வோம். அப்போது துணைச் சுருளில் வோல்ட்டு அளவு 100 வோல்ட்டாகக் குறையும். ஆனால், மின்சார ஓட்டத்தின் பலம் 10 ஆம்பியராகும். இம்முறையில் பிரதம, துணைச் சுருள்களில் உள்ள சுற்றுக்களின் எண்ணிக்கையின் விகிதத்தைப் பொறுத்து, வோல்ட்டு அளவைக் குறைக்கவும், அதிகமாக்கவும் முடியும்.

தூண்டு சுருள் (induction coil):—மாற்றியில் உள்ள தேன் இரும்பு, வளையமாக இருக்கிறது. தூண்டு சுருளில் அது தேன் இரும்புக் கம்பிகளினுல் ஆன ஒரு நீளமான கோல்போல் இருக்கிறது. இதுதான் இரண்டுக்குமுள்ள முக்கியமான வித்தியாசம். படம் 238-ஐப் பார். B என்பது பாட்டரியாகும். 1 என்பது உலோகத் தூண். 2 என்பது ஒரு உலோக வில் (spring). வில்லின் முனையில் ஒரு சிறிய தேன் இரும்புத்துண்டு இருக்கிறது. தேன் இரும்புக்கோல்,



படம் 238. தூண்டு சுருள்.

துண்டு இவற்றிற்கு நடுவே மிகச்சிறிய இடைவெளியுள்ளது; இவற்றின் முனைகளில் பிளாட்டினம் இருக்கிறது. 3 என்ற திருகாணி இரும்புத் துண்டைத் தொட்டுக்கொண்டிருக்கிறது. தேனிரும்புக் கோலைச் சுற்றிப் பிரதம சுருள் (P.C.) சுற்றப்பட்டிருக்கிறது; S.C. என்பது துணைச் சுருள். பிரதம சுருள் சில சுருள்கொண்ட காப்பிட்ட கனமான தாமிரக் கம்பியாகும். துணைச் சுருளில் அதிகமான மெல்லிய தாமிரக் கம்பிச் சுருள்கள் உள்ளன. மின் ஓட்டம் செல்லும் பாதை படத்தில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. C என்பது ஒரு கன்டென்சர் (condenser) அல்லது மின்தாங்கி யாகும்.

பிரதம சுருள் வழியாக மின் ஓட்டம் செல்லும்போது இரும்புக்கோல் காந்தமாக மாறுவதால், வில்லின் முனையிலுள்ள இரும்புத் துண்டைக் கவர்ச்சி செய்கிறது. அப்போது திருகாணி இரும்புத் துண்டைத் தொடாது. ஆகவே, மின் சுற்று திறக்கப்பட்டு வில் பழைய நிலையை அடைகிறது. மறுபடியும் இரும்புத்துண்டு திருகாணியைத் தொடுவதால், சுற்று மூடப்படும். சுற்று மூடுவதும், திறப்பதும் அதிக வேகமாக நடைபெறும். துணைச் சுருளிலும் மாறிமாறி கணப்பிரவாகம் தூண்டப்படுகிறது. ஆனால்,

துணைச்சுருளில் உண்டாகும் மின் ஓட்டத்தின் வோல்ட்டு அளவு அதிகம். ஆகவே, 4 என்னும் உலோகக் குமிழ்-களுக்கிடையே கணப்பிரவாகம் ஏற்பட்டு, மின்-பொறிகள் (sparks) உண்டாகும்.

இரும்புத்துண்டு கோலைவிட்டு விலகியதும், பிரதம மின் ஓட்டம் முற்றிலும் நின்றுவிடுவதில்லை. அவ்வோட்டம் உடனே கன்டென்சருக்குப் போய்விடும். மறுபடியும் பிளாட்டின முனைகள் தொடும்போது, கன்டென்சரிலிருந்து மின் ஓட்டம் திரும்பச் சுருளுக்குச் செல்லுகிறது.

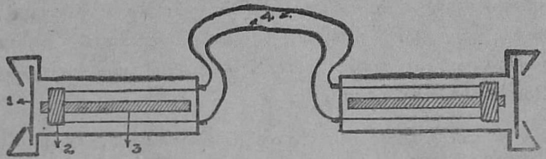
டெலிபோன் (Telephone)

டெலிபோன் என்பது கிரஹாம் பெல் (Graham Bell) என்பவரால் 1877-ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. வெகு தூரத்திலுள்ள மக்கள் ஒருவருக்கொருவர் பேசிக்-கொள்வதற்கு இது மிக உபயோகமுள்ளது. இது மின் தூண்டல் என்னும் தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டது.

டெலிபோன் சாதனத்தில் பேசுகுழாய் (transmitter), செவிக்குழாய் (receiver) இவ்விரண்டையும் இணைக்கும் மின் ஓட்டக் கம்பிகள் (line wires) என்ற பாகங்கள் உண்டு.

பெல்லின் டெலிபோன் (Bell's Telephone) :—இக்கருவி-யில் பேசுகுழாய், செவிக்குழாய் இரண்டும் ஒரே அமைப்-புள்ளவை. இதிலுள்ள ஒரு சட்டக்காந்தத்தின் (bar magnet) ஒரு முனையில் ஒரு கம்பிச் சுருள் சுற்றப்பட்டு, சுருளின் இரண்டு முனைகளும் மின்னோட்டக் கம்பிகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இக் காந்தத்தின் முன்னால் மெல்-லிய இரும்பு இடைத்திரை (diaphragm) அமைக்கப்பட்டு, இவை எல்லாம் ஒரு குழாயில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

ஒருவன் இடைத்திரைமுன் பேசும்போது உண்டாகும் ஒலி அலைகள் திரையின்மேல் படும்பொழுது, திரை அதிர்வு



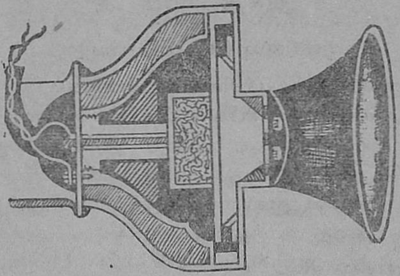
படம் 239. பெல் டெலிபோன்.
1. இரும்பு இடைத்திரை. 2. கம்பிச்சுருள். 3. காந்தம்.

அடைகிறது. ஆகையால், அது காந்தத்துக்கருகில் முன்னும் பின்னுமாக நகரும். அப்பொழுது காந்த துருவத்தைச் சுற்றியுள்ள சுருளில் மாறும் சக்தியுள்ள மின்சார ஓட்டம் உண்டாகிறது. இவ்வோட்டம் மின்னோட்டக் கம்பிகளின் வழியாகச் செவிக்குழாயில் இதேவிதமான மாறுதல்களை உண்டாக்குகிறது. அதிலுள்ள காந்தத்தின் சக்தியும் மாறுதலடைவதனுல், அதற்கு முன்னேயுள்ள இரும்பு இடைத்திரையும் அதிர்வு அடைந்து, பேசும் கருவியில் உண்டாக்கிய ஒலி அலைகளே திரும்பவும் உண்டாகிப் பேசுவதைக் கேட்கச் செய்கிறது.

மைக்ரோபோன் (Microphone)

பெல்லின் டெலிபோன் கருவியைக்கொண்டு சுமார் 250 மைலுக்குள் இருக்கும் இடங்களிலுள்ளவர்கள் சம்பாஷிப்பது சாத்தியமாகும். அதிக தூரத்திலுள்ளவர்கள் சம்பாஷிப்பதற்கு மைக்ரோபோன் என்ற கருவி உபயோகிக்கப்படுகிறது. இதன் மூலம் 5,000 மைல்களுக்கப்பால் இருப்பவருடன் பேசலாம்.

மைக்ரோபோனில் இடைத்திரை ஒரு மெல்லிய கார்பன் தகடாகும். இது புனல்போன்ற குழாய்க்குப் பின்னுல் இருக்கும். இடைத்திரைக்குப் பின் ஒரு கார்பன் தண்டு உள்ளது. இடைத் திரைக்கும் தண்டுக்கும் இடையே கார்பன் ரவைகள் (granules) உள்ளன. இவை ஒரு சிறு



படம் 240. மைக்ரோபோன்.

கோப்பையில் பக்கங்களிலுள்ள பஞ்சுக்கு இடையிலிருக்கும். இக் கோப்பை தூரத்திலுள்ள பெல்லின் செவிக்குழலுடனும், மின்னேட்டக் கம்பிகளுடனும், பாட்டரியுடனும் சேர்க்கப்பட்டிருக்கும்.

மைக்ரோபோனுக்கருகே ஒருவன் பேசும்போது, கார்பன் இடைத்திரை அதிர்வடைந்து, கோப்பையிலுள்ள ரவைகளுக்கும் அதிர்வு பரவுகிறது. கார்பன் ரவை உண்டாக்கும் தடையினுல், கம்பிகளின் மூலம் மாறிக்கொண்டேயிருக்கும் மின்சார ஓட்டம் ஏற்படும். இதே அதிர்ச்சிகள் செவிக்குழாயிலுள்ள கம்பிச் சுருளிலும் அலைகளை உண்டாக்கி, இரும்பு இடைத்திரையை அதிரச் செய்து, ஒலியை உண்டாக்குகிறது. இதில் செவிக் குழாய் பெல்லின் குழாயைப் போன்றதே.

அத்தியாயம் 24

ஒலிபரப்பு (Broadcasting)

விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகளின் பயனாகப் பல ஆச்சரியமான கருவிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றுள் எது மிக அற்புதமானது என்று தீர்மானிப்பது மிகக்கடினம். டெலிபோன் கருவி கண்டுபிடிக்கப்பட்ட காலத்திலேயே கம்பிகளின் மூலமாக நெடுந்தூரத்திலுள்ள இருவர் பேச்சு வார்த்தை நடத்துவது ஒரு பெரிய ஆச்சரியமாகக் கருதப்பட்டது. ஆனால், விரைவிலேயே மற்றொரு அற்புதமும் சாத்தியமாயிற்று. அதுதான் தந்திக் கம்பிகளே இல்லாமல் ஒருவருக்கொருவர் பேச்சு நடத்துவது. இந்த முறையைக் கம்பியில்லாத் தந்தி (wireless) என்று வழங்கினர்.

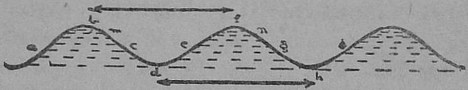
ரேடியோ அல்லது ஒலிபரப்பு ஏற்படும் முன்னரும், இப்போதும் கம்பியில்லாத் தந்தி முறையானது தந்தி, தபால் போக்கு வரவுக்கு ஒரு முக்கிய சாதனமாக அமைந்துள்ளது. ரேடியோ நிகழ்ச்சிகளைக் கேட்டுக் கொண்டிருக்கும்போது சில சமயங்களில், நிகழ்ச்சியைக் கெடுக்கும் சில சப்தங்களைக் கேட்கிறோமல்லவா? இவை கம்பியில்லாத் தந்தியினால் ஏற்படுவனவாகும்.

ரேடியோவின் உபயோகங்கள் நாளுக்கு நாள் அதிகமாகின்றன. இப்போது அது சங்கீதம், நாடகம், சொற்பொழிவுகள், மார்க்கெட்டு விலைவாசிகளின் விவரம், கால அறிவிப்பு, தினசரிச்செய்திகளின் அறிவிப்பு போன்ற பல விதங்களில் உபயோகமாகின்றது. கிரிக்கெட்டுப் பந்தயங்கள் நடக்கும்போது உண்டாகும் நிகழ்ச்சிகளை வெகு தூரத்திலிருப்போருக்கும் அப்பொழுதே தெரிவிப்பதற்கும் ஒலிபரப்புப் பயன்படுகிறது. இப்பாடத்தில் ஒலிபரப்பு எப்படிச் செய்யப்படுகிறது என்று தெரிந்துகொள்வோம்.

சூரியனிலிருந்து ஒளிக்கதிர்கள் பூமிக்குப் பரப்பப்படுவது போலவே, ஒலி அலைகளும் பரப்பப்படுகின்றன. ஒளி அலைகளைப்போலவே ரேடியோ அலைகளும் விநாடிக்கு 1,86,000 மைல் வேகத்தில் பரவுகின்றன. ஆனால், இரண்டுக்கும் வித்தியாசம் அலைகளின் நீளத்தில்தான். ஒளி அலைகள் குட்டையாக இருக்கும்.

அலை ஓட்டத்தை விளக்க ஒரு சிறிய உதாரணத்தைக் கவனிப்போம். குளத்திலுள்ள தண்ணீரில் ஒரு கல்லைப் போட்டால் தண்ணீர் அலைகள் எல்லாத் திசைகளிலும் பரவுவதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். அத் தண்ணீரின்மேல் ஒரு சிறிய மரத்துண்டைப் போட்டால் அலைகளின் அசைவு மரத்துண்டையும் பாதிக்கிறதல்லவா? இப்படியே, ரேடியோ அலைகளும் ஒளி அலைகளும் எங்கும் வியாபித்துள்ள ஈதரின் மூலமாக மற்ற இடங்களை அடைகின்றன.

அலை நீளம் (wave length) என்பது, ஒரு அலையின் சிகரத்துக்கும் அடுத்த அலையின் சிகரத்துக்குமுள்ள தூரமாகும் (படம் 241). ஒலிபரப்பும் நிலையங்களில் ஒரு விநாடிக்குச் சில ஆயிரம் முதல் பலகோடி அலைகளைப்



படம் 241.

பரப்புகிறார்கள். குட்டையான அலைகளின் வேகம் அதிகம். நீளமான அலைகளின் வேகம் அல்லது அதிர்வு-எண் (frequency) குறைவு.

ஒரு நிகழச்சி முறை எப்படிப் பரப்பப்படுகிறது என்பதைப் பார்ப்போம். ஒலிபரப்பும் நிலையத்தில் (transmitting station), ஒலி செலுத்தி (transmitter), ஒலி அலைகளின் அலை நீளத்தைச் சரிப்படுத்தும் கருவி (modulating apparatus),

ஏரியல் (aerial) என்ற ஆகாயக் கம்பிகள் எனப்படும் மூன்று பாகங்கள் உண்டு.

ஒலி செலுத்திக் கருவியில் ஒரு மைக்ரோபோனுக்கு முன் ஒருவன் பாடுவதாகவோ, பேசுவதாகவோ கொள்வோம். மைக்ரோபோனிலுள்ள சில பாகங்கள் அதிர்வு அடைவதனல் சக்திமாறும் மின்சாரம் ஏற்படுகிறது. முன்னமே சுற்றிலுள்ள மின்சார ஓட்டம் இதனுல் பாதிக்கப்பட்டு, ஒலி பரப்பும் உபகரணத்தில் அதிக அதிர்வு எண்ணையுடைய, இடைவிடாத மின் ஓட்டம் உண்டு பண்ணப்படுகிறது. சில கருவிகளில் கேட்கும் கருவியிலுள்ளதைப் போன்றே, சில வால்வுகள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. இப்படிச் சுருதி கூட்டப்பட்ட (நிர்ணயிக்கப்பட்ட) அலைகள் (high frequency currents) ஏரியல் வழியாக நாலாபக்கங்களிலும் பரவுகின்றன.

ஒலி பரப்பு ஸ்டூடியோ (studio) என்பது சப்தத்தையும், எதிரொலிகளையும் உள்வாங்கிக்கொள்ளக்கூடிய திரைகளால் அலங்கரிக்கப்பட்ட ஓர் அறை. இது மின்சார ஓட்ட மண்டலத்தின் ஒரு பாகமாகும்.

நிகழ்ச்சி கிரகிக்கப்படும் இடம் (Receiving set):— இது ஒலிபரப்பு முறையைவிட அதிகமாக நமக்குத் தெரிய வேண்டியது அவசியம். இதில் முக்கிய பாகங்கள்: 1. ரேடியோ அலைகளைக் கிரகிக்கும் ஏரியல் (aerial), 2. சுருதி கூட்டி (tuner) என்ற சுர-ஐக்கியக் கருவி, 3. டிடெக்டர் அல்லது உணர் கருவி (detector), 4. ஒலி பெருக்கி (amplifier), 5. பிரதிபலிக்கும் கருவி (reproducer) என்பனவாம்.

ஒலிபரப்பும் நிலையத்திலிருந்து பரப்பப்பட்ட ரேடியோ அலைகள், கேட்கும் இடத்திலுள்ள ஏரியலால் கிரகிக்கப்படுகின்றன. உள்ளே வரும் அலைகள் சுர-ஐக்கியக் கருவியில் தாக்கும். வெளியிலிருந்து வரும் அலைகள் குறிப்பிட்ட அளவு நீளமுடையனவாகையால் அதே அலை நீளத்தைக்

கிரகிக்கச் செய்யும் கருவிதான் இது. சரியானபடி சுருதி கூட்டப்படாவிடில் சப்தம் கேளாது.

சுருதி கூட்டுவது அல்லது சுர-ஐக்கியம் என்பது பிடில் வாத்தியத்தில் கம்பிகளை முதலில் ஒரே சுரத்துக்கு (சுருதிக்கு)ச் சேர்த்த பிறகு, ஏதேனுமொரு கம்பியை இயக்கினல் மற்றக் கம்பிகளும் அதே சுரத்தை எழுப்புவது போன்றதே.

வெளியிலிருந்து வரும் அலைகள் ஏரியல், சுர-ஐக்கியக் கருவி இவற்றின் மூலமாக வருவதால், இருதிசை ஓட்ட (alternating current) மின்சாரமாக மாற்றப்படுகின்றன. ஆனல், இவை நேராக மைக்ரோபோனை இயக்க முடியாது. மேலும், அலைகள் வெகு தூரத்திலிருந்து வருவதால் அலைகளின் அதிர்வு மிகக் குறைவாக இருக்கும். ஆகையால், முதலில் இருதிசை மின் ஓட்டத்தை ஒருதிசை (direct current) யாக மாற்றவேண்டும்; இதற்கு கலீன என்ற காரீய-சல்பைடு (lead sulphide) போன்ற படிகத்தை டிடெக்டராக உபயோகிப்பதுண்டு. ஆனல், படிகங்கள் அதிக தூரத்திலுள்ள நிலையங்களைக் கேட்பதற்குப் பயன்படா. சப்தமும் மிகக் குறைவாக இருக்கும். ஆகவே, இப்பொழுது வால்வுகளே (valves) அதிகமாக உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. வால்வுகள் ரேடியோ அமைப்பிலேயே மிக்க உபயோகமான சாதனம். இவை சாதாரணமான வெற்றிட விளக்குகள் (vacuum lamps) போன்ற தோற்றமுடையன. ஒலிபரப்பும் இடத்தில் வால்வுகள் இருதிசை மின்சார ஓட்டங்களை உண்டாக்கவும், கிரகிக்கும் இடத்தில் டிடெக்டராகவும், ஒலி பெருக்கியாகவும் வேலை செய்கின்றன. ஒலி பெருக்கியின் உதவியினல் நெடுந்தூரத்திலிருந்து வரும் ஒலிகளைப் பெரிதாக்கி நிகழ்ச்சிகள் நன்ருகக் கேட்கமுடிகிறது. டெலிபோனிலுள்ள செவிக்குழாய் சாதாரணமாக பிரதிபலிக்கும் கருவியாக வேலை செய்கிறது.

அத்தியாயம் 25

சக்தி (Energy)

ஒரு பொருள் வேலை செய்வதற்கு அவசியமான திறனுக்குச் சக்தி எனப் பெயர். ஒரு எந்திரம் வேலை செய்வதற்கு, நீராவி எந்திரம் இடம் விட்டு நகர்ந்து தொடரை இழுப்பதற்கு—இப்படிப் பல வேலைகளைச் செய்வதற்கு வேண்டியது சக்தி. சக்தி என்பது பொருளல்ல. சக்திக்குப் பொருளைப்போல எடை, உருவம் முதலியன இல்லை. சக்தியை, அதனால் உண்டாகும் பலன்களினாலேயே அறியக்கூடும்.

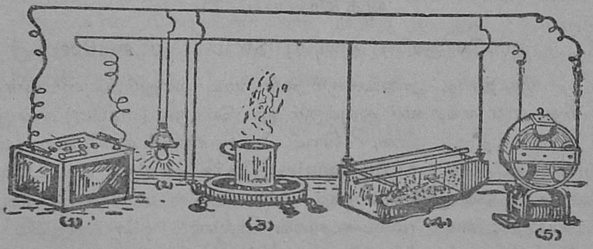
சக்தியை இயங்கு சக்தி (kinetic energy), நிலைச் சக்தி (potential energy) என்று இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கலாம். ஒரு மலையருவியின் ஓட்டத்தினால் எந்திரங்கள் இயங்குகின்றன. காற்றின் சலனத்தினால் காற்றாலை (wind-mill) இயங்குகின்றது. இவை இயங்கு சக்திக்கு உதாரணங்களாகும்.

உயரமான இடத்தில் தேக்கி வைக்கப்பட்ட தண்ணீருக்கு நிலைச்சக்தி இருக்கிறது. தேக்கத்தை நீக்கியதும் தண்ணீரின் நிலைச்சக்தி இயங்கு சக்தியாக மாறி வேலை செய்யும் திறனை அடைகிறது. இப்படியே கடிகார வில்லில் (watch spring) சாவிகொடுத்துத் தேங்கச் செய்யப்படும் சக்தி கடிகாரத்திலுள்ள சக்கரங்களைச் சுழலச் செய்கிறது.

ஓடும் மோட்டார் வண்டி, நீர் வீழ்ச்சி, வேகமாகச் செல்லும் துப்பாக்கிக் குண்டு, காற்றோட்டம் முதலியன இயங்கு சக்திக்கு உதாரணங்கள். நாம் உண்ணும் உணவு, நிலக்கரி, துப்பாக்கி மருந்து, கடிகார வில், உயரத்திலுள்ள பாறை, தண்ணீர்த் தேக்கம் முதலியன நிலைச் சக்தியை உடையன.

சக்தி, முக்கியமாக மேற்கூறிய இருவகைகளாயினும் அதைத் தசைச் சக்தி, ஒளிச் சக்தி, ஒலிச் சக்தி, உஷ்ண சக்தி, எந்திர சக்தி, மின்சார சக்தி, இரசாயன சக்தி, காந்த சக்தி எனப் பல விதங்களாகப் பிரிக்கலாம்.

சக்தி மாற்றம் :—ஒரு விதமான சக்தியை மற்ருெரு விதமான சக்தியாக மாற்றலாம். நிலக்கரியிலுள்ள இரசாயன சக்தியை உஷ்ண சக்தியாக மாற்றி, அதை நீராவி எந்திரத்தில் எந்திர சக்தியாகவும் மாற்றுகிருேம். போட்டோப் படம் பிடிக்கும் முறையில் ஒளியானது படப்பதிவுக் கண்ணுடியில் படும்போது இரசாயன சக்தியாகப் பரிணமிக்கிறது. டைனமோக்களில், தண்ணீரின் ஓட்டமாகிய எந்திர சக்தி மின்சக்தியாக மாறுகிறது. மின் ஓட்டம் மோட்டார்களில் எந்திர சக்தியாகவும், உலோகக் கம்பிகளில் செல்லும்போது காந்த சக்தியாகவும், இரசாயனக் கரைசல்களைச் சிதைவுறச் செய்யும்போது இரசாயன சக்தியாகவும் மாற்றப்படுகிறது. இவை சக்தி மாற்றத்துக்கு உதாரணங்கள். டெலிபோன் கருவியில் பேசுகுழாயில் ஒலி



படம் 242. சக்தி மாற்றம்.

1. பாட்டரி (இரசாயன சக்தி). 2. ஒளிச் சக்தி. 3. உஷ்ண சக்தி. 4. இரசாயன சக்தி (முலாம் பூசுதல்). 5, எந்திர சக்தி (மோட்டார்).

அலைகள் மின் அலைகளாகவும், செவிக்குழாயில் மின் சக்தி ஒலியாகவும் மாற்றப்படுகின்றன.

நீராவி எந்திரத்தின் உதாரணத்தை எடுத்துக்கொண்டு, சக்தி கிடைப்பது எப்படி என்று ஆராய்வோம். எந்திரத்தை இயங்கச் செய்யும் சக்தி உஷ்ண சக்தி அல்லவா? இந்த உஷ்ண சக்தி, நிலக்கரியிலுள்ள இரசாயன சக்தியிலிருந்து கிடைக்கிறது. நிலக்கரி பல காலத்துக்கு முன்னிருந்த தாவரங்களிலிருந்து உண்டானது. அத்தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கு சூரியனிலிருந்துதான் சக்தி உண்டாகிறது. இதுபோலவே, எவ்விதச் சக்திக்கும் ஆதிகாரணம் சூரியன் தான் என்று அறியலாம்.

சக்தியின் அழிவின்மை (conservation of energy) :—ஒரு விதச் சக்தியை மற்றொரு விதச் சக்தியாக மாற்றலாமே யன்றி, அதை அழிக்கவும் ஆக்கவும் முடியாது. உலகத்திலுள்ள சக்தியின் மொத்த அளவும் மாறாது. இதுதான் சக்தி அழிவின்மை என்ற விதியாகும்.

அத்தியாயம் 26

ஜடப்பொருளின் அமைப்பு (Structure of matter)

இடத்தை அடைக்கும் தன்மையுள்ளதும், எடையுள்ளதுமான எந்த வஸ்துவுக்கும் ஜடப்பொருள் (matter) என்று பெயர். திட, திரவ, வாயுப்பொருள்கள் ஒவ்வொன்றும் மூலக்கூறுகளால் (molecules) சேர்க்கப்பட்ட கூட்டமே. கந்தகத்தின் மூலக்கூறுகள் எல்லாம் ஒரே மாதிரியானவை. அயத்திலுள்ள மூலக்கூறுகள் எல்லாம் ஒரே மாதிரியானவை. தண்ணீரிலுள்ள மூலக்கூறுகள் எல்லாம் ஒரே மாதிரியானவை. ஆனால், கந்தகத்தின் மூலக்கூறும், அயத்தின் மூலக்கூறும், தண்ணீரின் மூலக்கூறும் வெவ்வேறானவை. ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் மைக்ரோஸ்கோப்பினாலும் பார்க்க முடியாதபடி அவ்வளவு சிறியதாக இருக்கும்.

தனி நிலையில் இருக்கக்கூடியதும், ஆனால் மைக்ரோஸ்கோப்பினாலும் பார்க்க முடியாததுமான ஜடப் பொருளின் மிக நுட்பமான பாகமே மூலக்கூறு என்பது.

ஆகையால், இரண்டு மூலக்கூறுகளுக்கு நடுவில் சிறிது இடம் இருந்தே தீரவேண்டும் என்பது விளங்கும். இதே விஷயத்தைத்தான் 'ஜடப்பொருள்கள் துவாரமுடையன' (matter is porous) என்று சொல்லுகிறோம். திடப்பொருள்களில் இவ்விடம் மிகச் சிறியதாகவும், திரவப்பொருள்களில் சற்று அதிகமாகவும், வாயுக்களில் மிக அதிகமாகவும் இருக்கிறது. ஆகவே, வாயுக்கள் சுலபமாக வியாபிக்கும். திடப் பொருள்கள் திட்டமான வடிவத்தையும் பருமனையும் உடையன. திரவங்கள் திட்டமான கன அளவை உடையன. ஆனால், அவற்றின் வடிவம் மாறக்கூடியது. ஒவ்வொரு மூலக்கூற்றுக்கும் இடையே ஒருவிதமான கவர்ச்சி உள்ளது. இதற்கு மூலக்கூற்றுக் கவர்ச்சி (cohesion) எனப்பெயர். இக்கவர்ச்சியே திட, திரவ, வாயுப்பொருள்களின் நிலைமாற்றங்களுக்கும் காரணமாகிறது. உஷ்ணத்தினால் இக் கவர்ச்சியைக் குறைத்து, திடப்பொருளைத் திரவப் பொருளாகவும், திரவங்களை வாயுக்களாகவும் மாற்ற இயலும். இதனால் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே உள்ள கவர்ச்சி குறைவதுடன், இடைவெளியும் அதிகமாகிறது.

அணுக்கள் (Atoms)

ஒரு பொருளில் உள்ள ஒவ்வொரு மூலக்கூற்றுக்கும் திட்டமான அமைப்பு உண்டு. ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் பல சிறிய பாகங்களாகப் பிரிக்கக்கூடியதே. அச்சிறிய பாகங்களுக்கு அணுக்கள் (atoms) என்று பெயர். அணுக்களுக்கு இடையே உள்ள கவர்ச்சி இரசாயன நாட்டம் (chemical affinity) எனப்படும்.

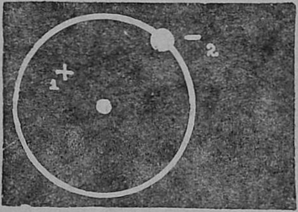
ஒரு பொருளில் மாறுதல் ஏற்படும்போது மூலக்கூற்றின் அமைப்பில் மாறுதல் ஏற்படாவிட்டால், அம் மாறுதல்

பௌதிக மாற்றம் (physical change) என்றும், மூலக்கூற்றின் அமைப்பில் மாற்றம் ஏற்பட்டால் அதை இரசாயன மாற்றம் (chemical change) என்றும் வழங்குகிறோம். உதாரணமாக, தண்ணீர் அல்லது நீராவியின் ஒவ்வொரு மூலக்கூற்றிலும், ஆக்ஸிஜன் அணு ஒன்றும், ஹைடிரஜன் அணு இரண்டும் சேர்ந்துள்ளன; அதாவது, மூலக்கூற்றின் அமைப்பில் மாற்றம் இல்லை. ஆனால், தண்ணீரில் மின்சார ஓட்டத்தைச் செலுத்தினால் இரசாயன மாற்றம் ஏற்படுகிறது. ஏனெனில், தண்ணீரினின்றும் முற்றிலும் வேறுபட்ட ஹைடிரஜனும் ஆக்ஸிஜனும் உண்டாகின்றன. இரசாயன மாற்றத்தில் பங்கு எடுத்துக் கொள்ளக்கூடிய பொருளின் மிகச் சிறிய பாகத்துக்கு அணு என்று பெயர்.

மேற் கூறப்பட்ட விஷயங்கள் டால்டன் (Dalton) என்ற விஞ்ஞானியால் தீர்மானிக்கப்பட்ட அணுக் கொள்கை (atomic theory)யின் சாரமாகும். இக் கொள்கையின்படி, அணு என்பது மேலும் பிரிக்க முடியாத மிகச் சிறிய பாகமாகும். ஆனால், தற்காலத்திய ஆராய்ச்சிகளின் பயனாக டால்டனின் அணுக் கொள்கையில் சில மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுள்ளன. சில வகை அணுக்கள் தாமாகவே சிதைவுறுகின்றன என்று தெரியவருகிறது. இப்படிப்பட்ட சிதைவை நாம் தடுக்கவும் முடியாது; துரிதப்படுத்தவும் இயலாது. ரேடியம் என்ற உலோகம் இப்படிச் சிதைகிறது என்று கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள்.

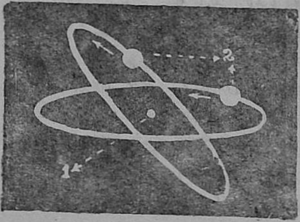
அணுக்கொள்கைக்குப் பதிலாக மின்னணுக் கொள்கை (electron theory) என்பது இப்போது வழக்கிலிருந்து வருகிறது. இக் கொள்கையின்படி ஒவ்வொரு அணுவிலும் பல பாகங்களுள. ஒவ்வொரு அணுவும் சில மின்னணுக்கள் (electrons), புரோட்டான்கள் (protons), நியூட்ரான்கள் (neutrons), உட்கரு அல்லது கேந்திரகம் (nucleus) என்ற பாகங்களைக்கொண்டவை. மின்னணுக்கள் நெகட்டிவ் மின்-

சக்தியுள்ளவை. புரோட்டான்கள் பாசிட்டிவ் மின்சக்தியுள்ளவை. நியூட்ரான்கள் பாசிட்டிவுமல்ல, நெகட்டிவுமல்ல. அணுவின் மத்தியில் உள்ளது உட்கரு. உட்கருவில் புரோட்டான்களும், நியூட்ரான்களும் உள்ளன. வெளிப்புறத்தில் உள்ளனவே எலெக்டிரான்கள் (மின்னணுக்கள்) ஆகும். ஒவ்வொரு அணுவிலும் எவ்வளவு மின்னணுக்கள் இருக்கின்றனவோ, அதே எண்ணிக்கை புரோட்டான்களும் இருக்கும்.



படம் 243. ஹைடிரஜன் அணு.
1. புரோட்டான்.
2. எலெக்டிரான்.

ஹைடிரஜன் அணுவில் ஒரு புரோட்டானும், ஒரு எலெக்டிரானுமே உண்டு. ஆனல் யுரேனியத்தில் (Uranium) 92 எலெக்டிரான்களும், 92 புரோட்டான்களும், 146 நியூட்ரான்களும் உள்ளனவாம். ரேடியத்தில் 226 புரோட்டான்களும், அதேயளவு நியூட்ரான்களும் உள்ளன என்று கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள். சாதாரணமாக இரசாயன மாறுதல்களில் அணுக்களில் வெளிப்புறம் உள்ள எலெக்டிரான்களில் நெகட்டிவ் மின்சாரச் சக்தியே இருப்பதால் கவர்ச்சி இராது. ஒன்றையொன்று எதிர்க்கும். ஆகையால், அணுக்களில் மாற்றம் இராது.



படம் 244. ஹீலியம் அணு.

ஒவ்வொரு கணத்திலும் பலகோடி முறைகளாகவும் ஒரு செகண்டுக்குச் சுமார் 20,000 மைல் வேகத்திலும் அவை சுற்றுகின்றன. ஆகையால், ஒவ்வொரு அணுவிலுமுள்ள

உட்கருவில் ஏராளமான சக்தி புதைந்திருக்கிறது. யூரேனியம், ப்ளூடோனியம், ரேடியம் போன்ற அணுக்கள் தாமாகவே சிதைந்து, அவற்றிலுள்ள சக்தியை வெளிப்படுத்துகின்றன. அணுக்களில் புதைந்துள்ள சக்தி எந்திரங்களினுல் விடுவிக்கப்பட்டால் ஏராளமான சக்தி வெளியாகும். சமீபகாலத்தில், அணுவிலுள்ள சக்தியை சைக்ளோடிரான் (cyclotron) என்ற கருவியினுல் பலகோடி வோல்ட்டுகளுள்ள மின்சாரத்தினுல் வெளிப்படுத்தியுள்ளார்கள். இவ்வாறு அணுசக்தியை வெளிப்படுத்தியதின் பலனே அணுக்குண்டாகும்.

கேள்விகள் :

1. வோல்ட்டாவின் மின்கலத்தை வர்ணி. அதில் மின்வாய்கள் எவை? எப்படி மின்சாரம் உண்டாகிறது?
2. வோல்ட்டா கலத்தின் இரு குறைகள் யாவை? அவற்றை விளக்கு.
3. வோல்ட்டா கலத்தின் உள்ளிட நிகழ்ச்சி என்ருல் என்ன? அக்குறையை எப்படித் தவிர்க்கலாம்?
4. துருவகரணம் உண்டாவது ஏன்? அதை எப்படித் தடுக்கலாம்?
5. "துருவத்துவம் நீக்கி" என்பது யாது? சில மின் கலங்களின் பெயர்களைக் கூறி, அவை ஒவ்வொன்றிலும் உபயோகப்படும் துருவத்துவம் நீக்கி என்ன என்றும் கூறு.
6. மின்சாரத்தைச் சோதிக்க இரு சோதனைகள் கூறு.
7. வோல்ட்டா கலத்தைவிட, பை-குரோமேட்டுக் கலம் எவ் வகையில் சிறந்தது?
8. லெக்லான்சி கலத்தின் படம் வரைந்து, ஒவ்வொரு பாகத்தையும் விளக்கு. லெக்லான்சி கலத்தின் முக்கிய குறை என்ன? அது எதற்கு அதிகமாகப் பயன்படுகிறது?
9. பை-குரோமேட்டுக் கலம் லெக்லான்சி கலத்தைவிட எப்படிச் சிறந்ததாகும்?

10. டேனியல் கலம், புன்சென் கலம்—இவற்றைப் படத்துடன் விளக்கு.
11. பசை-மின் கலத்தின் படம் வரை. அதன் பாகங்களையும் அதில் உபயோகமாகும் இரசாயனப் பொருள்களின் பெயர்களையும், உபயோகத்தையும் விளக்கு.
12. "லெக்லான்சி கலமும், பசை-மின்கலமும் ஒரே தத்துவத்தைக் கொண்டவை." எப்படி?
13. பசை-மின்கலத்தை உலர்ந்த கலம் எனக் கொள்ளுவது பொருந்துமா? ஏன்?
14. 'பாட்டரி' என்றால் என்ன? பக்க-அடுக்கு மின்கலங்கள், தொடர்-அடுக்கு மின் கலங்கள்—இவற்றுக்குப் படம் வரைந்து, கலங்கள் எப்படி இணைக்கப்படுகின்றன என்றும் கூறு. இவ்விருவகை அடுக்குகளின் அனுகூலம் யாது?
15. மின்சாரத்தைப் பொறுத்தமட்டில் எளிதில் கடத்தி, அரிதில் கடத்தி, கடத்தாப் பொருள்—இவற்றுக்கு உதாரணம் தருக.
16. மூடு-சுற்று, திறந்த-சுற்று—படம் வரைந்து விளக்கு.
17. ஸ்விச்சு எதற்குப் பயன்படுகிறது? ஏதாவது இருவகை ஸ்விச்சுகளின் படம் வரை.
18. மின்சார மணி, ஸ்விச்சு, இரு கலங்கள்—இவற்றை இணைக்கும் விதத்தைக் காட்டப் படம் வரை.
19. கிட்டச் சுற்று என்றால் என்ன? அதனால் உண்டாகும் தீமை யாது? அதை எவ்வாறு தடுக்கலாம்?
20. மின்சாரத்தின் பலன்கள் யாவை?
21. மின்சாரத்தின் காந்த பலனை விளக்கு.
22. மின்சாரத்தின் காந்த பலனை அடிப்படையாகக் கொண்ட சில சாதனங்களின் பெயர்களைக் கூறு.
23. ஆம்பியர் விதியைக் கூறு. அதன் உபயோகம் என்ன?
24. மின்னோட்டமானியின் படம் வரை. அதன் தத்துவம் யாது?
25. மின்னோட்டமானிக்கும், மின் ஓட்டங்காட்டிக்கும் (galvanometer and galvanoscope) என்ன வித்தியாசம்?
26. மின்னோட்டங்காட்டியின் நுட்பத் தன்மையை எவ்வாறு அதிகமாக்கலாம்?

27. "வரிச்சுற்று" என்றால் என்ன? அதன் மூலமாக மின்-சாரத்தைச் செலுத்தினால் என்ன நேரிடும்? வரிச்சுற்றுக்குள் ஒரு தேன் இரும்புத் துண்டைச் செருகினால் என்ன நேரிடும்?
28. மின்-காந்தம் எப்படிச் செய்யப்படுகின்றது?
29. தற்காலிக-காந்தம், நிலைக் காந்தம்—இவ்விரண்டுக்கும் என்ன வித்தியாசம்?
30. மின்-காந்தம் எவ்வகையில் நிலைக் காந்தத்தைவிடச் சிறந்தது? மின்-காந்தத்தின் சில உபயோகங்களைக் கூறு.
31. மின்சாரத்தின் உஷ்ணபலன் என்றால் என்ன? அதை அடிப்படையாகக் கொண்ட சில கருவிகளின் பெயரைக் குறிப்பிடு.
32. மின்சார அடுப்பு போன்ற கருவிகள் எவ்வாறு வேலை செய்கின்றன?
33. 'உருக்கு' என்பது என்ன? அதன் உபயோகம் யாது?
34. மின்சாரத்தின் 'இரசாயன பலன்' என்றால் என்ன?
35. மின்னாற் பகுபடு பொருள்; மின்னாற் பகுபடாப் பொருள்—உதாரணங் கூறு.
36. அமிலங் கலந்த தண்ணீரில் மின்சாரத்தைச் செலுத்துவதனால் உண்டாகும் மாறுதல் என்ன? இதில் விடுவிக்கப் பெறும் வாயுக்கள் யாவை? அவை எந்த விகிதத்தில் வெளிவருகின்றன?
37. பெட்ரோல், மயில்துத்தக் கரைசல், பாதரசம்—இவற்றின் மூலம் தனித்தனியாக மின்சாரத்தைச் செலுத்துவதனால் உண்டாவது என்ன?
38. 'மின்னாற் பகுப்பு' என்றால் என்ன? தண்ணீரை மின்-பகுப்பு செய்ய உதவும் கருவியின் பெயரென்ன? அதன் படம் வரை.
39. "மின்-முலாம் பூசுதல்" என்றால் என்ன? மின்-முலாம் பூசும் முறையை விளக்கப் படம் வரை.
40. தாமிரம், வெள்ளி, தங்கம், நிக்கல்—இவை முலாம் பூசுவதற்குத் தேவையான இரசாயனப் பொருள்கள் யாவை? எதிர்-மின்-வாய், நேர்-மின்-வாய்—இவற்றுடன் இணைக்கப்பட வேண்டியவை யாவை?

41. மின்-அச்சு எடுத்தல் முறையை விளக்கு. இம்முறை எதற்குப் பயன்படுகிறது?
42. கிராமபோன் ரிக்கார்டுகள் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகின்றன?
43. மின்-பகுப்பு முறையில் தங்கம் சுத்தம் செய்யும் முறையையும், தாதுவிலிருந்து அலுமினியத்தை ஊற்றி எடுக்கும் முறையையும் விளக்கு.
44. மின்சார விளக்கின் தத்துவம் யாது? இவ்விளக்கில் உபயோகிக்கும் இழை என்ன? அதன் குணங்கள் எப்படி இருக்கவேண்டும்?
45. கார்பன் இழை விளக்குகளுக்கும், டங்ஸ்டன் இழை விளக்குகளுக்கும் என்ன வித்தியாசம்?
46. மின்சார விளக்குகளில் வெற்றிடத்துக்குப் பதிலாக நிரப்பப்படும் வாயுக்கள் யாவை? அவற்றினால் என்ன அனுகூலம்?
47. ஆவி விளக்குகளில் உபயோகிக்கும் ஆவி என்ன ஆவி? ஆவி விளக்குகள் சாதாரண வெற்றிட விளக்குகளைவிட எவ்வகையில் சிறந்தவை?
48. ஒளிரும் (flourescent) விளக்குகளில் என்ன பொருள் உபயோகப்படுகிறது? அது எவ்வாறு வேலை செய்கிறது?
49. மின் திறனைக் குறிக்கும் அலகு யாது? அது எப்படி அளக்கப்படுகிறது?
50. வாட்டு, கிலோவாட்டு, ஓம், வோல்ட்டு, ஆம்பியர்—இவை யாவை?
51. ஆம்பியர், வோல்ட்டு, ஓம் — இவற்றுக்குள்ள சம்பந்தம் யாது?
52. இரண்டு அல்லது அதிகமான மின்கலங்களை இணைக்கும் இரு முறைகள் யாவை? படம் வரைந்து விளக்கு.
53. 'மாற்றி' என்பது என்ன? அதன் உபயோகம் யாது?
54. "மின்-தூண்டல்" என்றால் என்ன? இந்தத் தத்துவத்தை அடிப்படையாகக்கொண்ட சில கருவிகளின் பெயரைக் கூறு.
55. தூண்டு-சுருளின் படம் வரைந்து, ஒவ்வொரு பாகத்தின் உபயோகத்தையும் விளக்கு.

56. தூண்டு-சுருளின் உபயோகம் என்ன ?
57. தூண்டு-சுருளின் தத்துவம் யாது ?
58. பெல்-டெலிபோனின் பாகங்களின் அமைப்பையும், அது எவ்வாறு வேலை செய்கிறது என்பதையும் விளக்கு.
59. கார்பன் மைக்ரோபோனின் அமைப்பைக் காட்டப் படம் வரை. அதன் தத்துவத்தை விளக்கு.
60. ஒலி பரப்புதலில் செலுத்தும் தானத்தில் என்ன அமைப்பு-கள் இருக்கின்றன ?
61. ரேடியோ அலைகள் எவ்வாறு உண்டாக்கப்படுகின்றன ? அலை நீளம் என்றால் என்ன ?
62. ஒலி கேட்கும் இடத்தில் உள்ள கருவியின் முக்கிய பாகங்கள் யாவை ? அவை ஒவ்வொன்றின் உபயோகத்தையும் கூறு.
63. 'சுருதிகூட்டல்' என்றால் என்ன ? உதாரணத்துடன் விளக்கு.
64. ரேடியோ பெட்டியில் வால்வுகளின் உபயோகம் என்ன ?
65. 'சக்தி' என்றால் என்ன ? இருவகைச் சக்திகள் யாவை ? அவற்றுக்கு உதாரணம் கூறு.
66. சக்தியின் வெவ்வேறு வகைகளைக் குறிப்பிடு.
67. ஒருவகைச் சக்தியை மற்றொரு வகைச் சக்தியாக மாற்று-வதற்குச் சில உதாரணங்கள் கூறு.
68. கீழே உள்ளவற்றில் என்ன விதமான சக்தி, எப்படி மாற்றப்படுகிறது: கரி எரிவது, நீராவி எந்திரம், மின்சார மூலாம் பூசுவது, ஒலிபரப்புதல், டெலிபோன் கருவி, மின்சார விசிறி, டைனமோ, போட்டோப்படம் பிடிக்கும் முறை, மின்சார விளக்கு, உலோகங்களை மின்முறையில் தாதுக்களின்றும் பிரித்தெடுப்பது, மின்சார மணி, தந்தி இயல், கிராமபோன், ரேடியோப் பெட்டி.
69. கீழ்க் கண்டவற்றுக்கு உதாரணம் தருக :— (அ) எந்திர சக்தி உஷ்ண சக்தியாக மாறுவது, (ஆ) உஷ்ண சக்தி எந்திர சக்தியாவது, (இ) இரசாயன சக்தி உஷ்ண சக்தியாக மாறுவது, (ஈ) எந்திர சக்தி மின்சக்தியாக-வும், மின் சக்தி எந்திர சக்தியாகவும் மாறுவது, (உ) மின் சக்தி உஷ்ணம், ஒளி, இரசாயன சக்திகளாவது,

(ஊ) ஒளிச்சக்தி இரசாயன சக்தியாவது, (எ) ஒலிச் சக்தி மின் சக்தியாகவும், மின் சக்தி ஒலிச் சக்தியாகவும் மாறுவது.

70. "சக்தியின் அழிவின்மை" என்பதை விளக்கு.

71. அணு, மூலக் கூறு—இவற்றை விளக்கு.

72. ஜடப்பொருளின் அமைப்பைப்பற்றி டால்ட்டனின் கொள்கையென்ன? தற்காலத்திய கொள்கை அதனின்றும் எவ்வாறு வித்தியாசப்படுகிறது?

73. அணுவின் அமைப்பை விளக்கு.

74. அணுச்சக்தி என்பது யாது? அணுச்சக்திக் கொள்கையை நன்கு விளக்கு.

செய்முறைப் பயிற்சிகள்

உயிர் நூல்

1. உருளைக் கிழங்கு, அரிசி — இவற்றைக் கொண்டு ஸ்டார்ச்சுக்குச் சோதனை செய்.

2. சூரிய வெளிச்சம் விழுந்துகொண்டிருந்த ஒரு செடியின் பச்சை இலையை மாலையில் பறித்து, ஸ்டார்ச்சுக்குச் சோதி.

3. சூரிய வெளிச்சம், பச்சயம், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு— இவைகள் ஒளிச்சேர்க்கைக்கு அவசியம் என்பதற்குப் புத்தகத்தி-லுள்ள சோதனைகளைச் செய்து பார்.

4. ஒளிச் சேர்க்கையின்போது ஆக்ஸிஜன் வெளிவருகிறது என்பதைச் சோதி.

5. தாவரங்களில் நீராவிப்போக்கு நடைபெறுகின்றது என்பதை நிரூபி.

6. அவரை விதை முளைத்தலைச் சோதித்துப் பார்.

பௌதிக நூல்

1. தனி-ஊசலின் நீளத்தை 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 செ. மீ. ஆக வைத்துக்கொண்டு, அதன் அலைவு நேரங்களைக் கண்டுபிடி. நீளத்திற்கும், அலைவு நேரத்திற்குமுள்ள சம்பந்-தத்தைக் காண்.

2. U-வடிவக் குழாயைக் கொண்டு (அ) மண்ணெண்ணெய், (ஆ) தாமிர-சல்பேட்டுக் கரைசல்—இவற்றின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் காண்.

3. ஒரு கண்ணடி அடைப்பானைக் கொண்டு ஆர்க்கிமிடீஸின் தத்துவத்தைச் சோதி.

4. ஆர்க்கிமிடீஸின் தத்துவத்தினால் (அ) கண்ணடி அடைப்பான், (ஆ) மண்ணெண்ணெய், (இ) தக்கை—இவற்றின் அடர்த்தியைக் கண்டுபிடி.

5. மிதத்தல் விதியைச் சோதி.

6. ஒரு சோதனைக் குழாயைக்கொண்டு மண்ணெண்ணெயின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் காண்.

7. ஓர் இயங்கு கப்பியின் எ. ல.-வைக் கண்டுபிடி.

8. சாய்தளத்தின் எ. லா.-வைச் சோதி.

9. பலவகை உஷ்ணமானிகளைத் தெரிந்துகொள்.

10. அலுமினியத்தின் வெப்ப-எண்ணைக் கண்டுபிடி.

11. நாப்தலினின் உருகு நிலைக்குச் சோதனை செய்.

12. தண்ணீரின் கொதி நிலையைக் காண்.

ஒளி

1. சமதள ஆடியை உபயோகித்துப் பிரதிபலித்தலின் விதிகளை நிரூபி.

2. இரு சமதள ஆடியை ஒன்றுக்கொன்று வெவ்வேறு கோணத்தில் இருக்கும்படி வைத்து, அவற்றுக்கிடையேயுள்ள ஒரு பொருளின் பிம்பங்களின் எண்ணிக்கைக்கும், ஆடிகளினிடையேயுள்ள கோணத்துக்கும் உள்ள சம்பந்தத்தைக் காண்.

3. குழிவான ஆடியின் குவியத் தூரத்தைக் கண்டுபிடி.

4. குழிவான ஆடியை உபயோகித்து, பொருள் கீழ்க்காணும் தூரத்தில் இருப்பின், பிம்பம் உண்டாகும் தானம், அதன் அளவு, தன்மை முதலியவற்றைக் காண்க: (*a*) வெகு தூரத்தில், (*b*) 2f-க்கு மேல், (*c*) f-க்கும் 2f-க்கும் இடையில், (*d*) 2f-இல், (*e*) f-ல், (*f*) f-க்குள்ளாக.

5. செவ்வகக் கண்ணடிப் பட்டகத்தை உபயோகித்து (*a*) காற்றிலிருந்து கண்ணடிக்குள், (*b*) கண்ணடியிலிருந்து, காற்றில், ஒளி முறிவு அடைவதைப் பரிசோதனை செய்.

6. முப்பட்டகத்தை உபயோகித்து ஒரு பக்கத்தில் விழும் ஒளிக்கதிர் பட்டகத்துள்ளும், அதைவிட்டு வெளியே வரும்போதும் விலகுவதைச் சோதனை செய். திசை மாற்றக் கோணத்தைக் கண்டுபிடி. (படுகோணம் 30°, 40°, 50° இருக்கும்படி மூன்று கிரணங்கள் எடுத்துக்கொள்.)

7. சூரிய கிரணத்தைக் கொண்டு குவி-லென்ஸின் குவியத் தூரத்தைக் காண்.

8. குவி-லென்ஸுக்கு (*a*) வெகு தூரத்தில், (*b*) 2f-க்கு அப்பால், (*c*) 2f-இல், (*d*) f-க்கும் 2f-க்கும் இடையே, (*e*) f-இல், (*f*) f-க்குள் உள்ள வஸ்துவின் பிம்பத்தின் தன்மை, தானம், அளவு—இவற்றை ஆராய்ச்சி செய்.

9. ஒரு முப்பட்டகத்தின்மூலம் சூரிய வெளிச்சத்தின் நிறமாலையை உண்டாக்கு. மற்றொரு முப்பட்டகத்தை உபயோகித்து, நிறமாலையிலுள்ள நிறக்கதிர்களை ஒன்று சேரச்செய்.

10. இரண்டு குவி-லென்ஸுகளைக் கொண்டு (*a*) கூட்டு-மைக்ரோஸ்கோப்பு, (*b*) டெலிஸ்கோப்பு ஆகியவைகளைத் தயார் செய்.

மின்சாரம்

1. இரண்டு, அல்லது மூன்று மின்கலங்களைத் தொடர் அடுக்கு, பக்க அடுக்குகளாக இணை.

2. ஒரு கால்வனுஸ்கோப்பை உபயோகித்து, ஒன்று, இரண்டு, மூன்று மின்கலங்களினுல் உண்டாகும் மின்சார சக்தியை ஒப்பிடு.

3. ஒரு வரிச்சுற்றில் மின்சாரத்தைச் செலுத்தி, அது காந்தமாக மாறுகின்றதா என்று சோதித்துப் பார். வரிச் சுற்றுக்குள் இரும்புக் கோலைச் செலுத்தினுல் காந்த சக்தி அதிகரிக்கின்றதா என்று பார்.

4. ஒரு கண்ணடிப் பாத்திரத்தில் தாமிர-சல்பேட்டுக் கரைசலை எடுத்துக்கொள். அதனுள் இரு கார்பன் கோல்களை ஒன்றையொன்று தொடாமல் வைத்து, கோல்களை ஒரு பாட்டரியின் கோடிகளுக்கு இணை. எந்த மின்-வாயில் தாமிரம் வெளிவருகின்றது என்று பார்.

ஐந்தாம் பாகம்

இரசாயன நூல்

அத்தியாயம் 1

இருவகை மாற்றங்கள்

பரிசோதனை 1 :—ஒரு முகவையில் (beaker) பனிக்-கட்டியை வைத்து உஷ்ணப்படுத்து. அது தண்ணீராக உருகி, நீராவியாக மாறுகிறது. முகவையின்மேல் ஒரு குளிர்ந்த தட்டைப் பிடி. நீராவி அதன்மேல் பட்டதும் நீர்த்துளிகளாக மாறுகிறது. தண்ணீருள்ள ஒரு முக-வையை உப்பும், பனிக்கட்டியும் கலந்த உறைக் கலவை-யில் (freezing mixture) வைத்துப் பார். தண்ணீர் பனிக்-கட்டியாக உறையும்.

பரிசோதனை 2 :—ஒரு ஊசியை அயத்தூளின்மேல் வை. எவ்வித மாற்றமும் தெரியவில்லை. ஊசியைக் காந்தத்தினால் தேய்த்துவிட்டு, அதை அயத்தூளின்மேல் வை. தூள் ஊசி-யுடன் ஒட்டிக்கொள்வதைக் கவனி; ஊசிக்கும் காந்த சக்தி உண்டாகிவிட்டது. ஊசியைப் பழுக்கக் காய்ச்சி ஆற-வைத்தால், காந்த சக்தி அழிகிறது.

பரிசோதனை 3 :—சோதனைக் குழாயில் சிறிது கந்தகத்-தைக் காய்ச்சு. அது மஞ்சள் நிறமுள்ள திரவ பதார்த்த-மாக உருகிக் கருநிறமாக மாறுகிறது. பிறகு பழுப்பு நிற-முள்ள பாகமாக மாறி, மறுபடியும் இளகிக் கொதிக்கிறது. குழாயின் குளிர்ந்த மேல்பாகத்தில் மஞ்சள் பொடி காணப்-படுகிறது. இது உறைந்த கந்தக ஆவியே ஆகும். இதைத் தவிர மூச்சடைக்கும் வாயு ஒன்றும் சிறிதளவு வெளி வரு-கிறது. கொதிக்கும் கந்தகத்தைக் குளிரவைத்தால், மேற்-

சொன்ன மாறுபாடுகள் தலைகீழாக ஏற்பட்டு, திடபதார்த்தமாக மாறிவிடுகிறது.

பரிசோதனை 4 :—ஒரு தாமிரக் கம்பியை, அல்லது பிளாட்டினக் கம்பியை எடைபோடு. பிறகு பழுக்கக் காய்ச்சிக் குளிர வை. மறுபடியும் எடைபோடு. ஒருவித மாற்றமுமில்லை.

பரிசோதனை 5 :—ஒரு முகவையைச் சிறிது தண்ணீருடன் எடைபோடு. எடைபோட்ட சிறிது உப்பைத் தண்ணீரில் போடு. உப்பு மறைவதைப் பார். மொத்த எடையில் சிறிதும் மாறுபாடில்லை. உப்புக் கரைசலிலிருந்து காய்ச்சி வடித்தல் முறையினால் உப்பையும், தண்ணீரையும் தனித்தனியாய் சுலபமாகப் பிரிக்கலாம்.

மேற்சொன்ன சோதனைகளின் முக்கிய அம்சங்களாவன :—

(அ) பதார்த்தத்தின் நிலையில்தான் மாறுபாடு இருக்கிறது. அதன் அமைப்பில் மாறுபாடில்லை. (ஆ) புதுக் குணங்களுடன் வேறு பதார்த்தங்கள் உண்டாகவில்லை. (இ) எடையில் மாறுபாடில்லை. (ஈ) பழைய பதார்த்தத்தை திரும்பப் பெறலாம்.

பரிசோதனை 6 :—சோதனைக் குழாயில் சிறிது பொட்டாசியம் - குளோரேட்டை (potassium chlorate) உஷ்ணப்படுத்து. அது வெடித்து, உருகிக் கொதிப்பதைக் கவனி. நன்ருகக் கொதிக்கும்போது, கொள்ளிக்குச்சியை எரியப்பண்ணும் ஆக்ஸிஜன் குழாயிலிருந்து வெளிவருகிறது. உஷ்ணம் நீடிக்க நீடிக்க ஆக்ஸிஜன் குறைந்து, அற்றுப்போய், குழாயில் மீதி இருக்கும் பதார்த்தம் கெட்டியாகி விடுகிறது. இது நாம் ஆரம்பத்தில் எடுத்துக்கொண்ட பதார்த்தமல்ல; இது வேறு; இதற்குப் பொட்டாசியம் -

குளோரைடு (potassium chloride) என்று பெயர். இதன் எடை குளோரேட்டின் எடையைவிடக் குறைவு.

பொட்டாசியம் - குளோரேட்டு → பொட்டாசியம் - குளோரைடு + ஆக்ஸிஜன் ↑.

பரிசோதனை 7:—சோதனைக் குழாயில் சிறிது மெர்க்-குரிக-ஆக்ஸைடை (red oxide of mercury or mercuric oxide) உஷ்ணப்படுத்து. நிறம் சிவப்பிலிருந்து கறுப்பாக மாறுவதைப் பார். கொள்ளிக் குச்சியைக் குழாயில் செலுத்தினால், அது மிகவும் கொஞ்சம்தான் கொளுத்தப் படுகிறது. ஆகவே, ஆக்ஸிஜன் சிறிதளவாகத்தான் வருகிறது. குழாயின் குளிர்ந்த மேல்பாகத்தில் பிரகாசமானதும், வளையம்போல் தோய்ந்ததுமான ஒரு புதிய பதார்த்தம் (மெர்க்குரி) காணப்படுகிறது.

மெர்க்குரிக-ஆக்ஸைடு → மெர்க்குரி + ஆக்ஸிஜன் ↑.

பரிசோதனை 8:— ஒரு புடக்குகையில் கந்தகத்தை உஷ்ணப்படுத்தினால், அது 3-ஆம் சோதனையில் கண்ட மூன்று மாறுதல்களை அடைந்து, மங்கலான நீலநிறச் சுவாலையுடன் எரிந்து, மூச்சடைக்கும் வாயுவாக மாறுகிறது. கடைசியில் குகையில் கந்தகமில்லை.

கந்தகம் + ஆக்ஸிஜன் (காற்றிலுள்ளது) → கந்தக - டை-ஆக்ஸைடு.

பரிசோதனை 9:—சுட்ட சுண்ணும்பின்மேல் (quick lime) கொஞ்சம் தண்ணீரை ஊற்றினால் தண்ணீர் கொதித்து, அது நீற்றுச் சுண்ணும்பு (slaked lime or calcium hydroxide) என்ற புதிய பதார்த்தமாக மாறுகிறது.

சுட்ட சுண்ணும்பு + தண்ணீர் → நீற்றுச் சுண்ணும்பு.

பரிசோதனை 10:—பொட்டாசியம் - குளோரேட்டையும் சர்க்கரையையும் கலந்து, கல்நார் (asbestos) பாயின்மேல்

வைத்து தீ வை. அக்கலவை வெகு தீவிரமாகப் பற்றி எரிகிறது. பிறகு, முற்றிலும் மாருன ஒரு கரிய பதார்த்தந்தான் காணப்படுகிறது.

பரிசோதனை 11 :—ஒரு சோதனைக் குழாயில் சில துத்தநாக ரவைகளைப் (granulated zinc) போட்டுக் கொஞ்சம் நீர்த்த கந்தக அமிலத்தை வார். குழாயின் வாயில் ஒரு எரியும் குச்சியைப் பிடி. சப்தத்துடன் எரியும் வாயு வெளிவருவதைக் கவனி. இதற்கு ஹைடிரஜன் (hydrogen) என்று பெயர். நுரைத்தல் (effervescence) நின்ற பிறகு, குழாயிலிருக்கும் கரைசலை ஒரு தகழியில் (dish) வார்த்துக் காய்ச்சினுல்—தண்ணீரெல்லாம் ஆவியான பிறகு, ஒரு வெண்மையான பதார்த்தம் தகழியிலிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இது துத்தநாக-சல்பேட்டு, அல்லது வெள்ளைத் துத்தம் (zinc sulphate or white vitriol) என்ற ஒரு புதுப் பதார்த்தம் ஆகும்.

துத்தநாகம்+நீர்த்த கந்தக அமிலம் → துத்தநாக சல்பேட்டு+ஹைடிரஜன் ↑.

6 முதல் 11 வரையில் உள்ள சோதனைகளை முதல் ஐந்து சோதனைகளுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால், சோதனைகளின் அம்சங்கள் முற்றிலும் மாருக இருக்கின்றன. அவ்வம்சங்களாவன :—(அ) பதார்த்தத்தின் அமைப்பில் மாறுபாடு ஏற்படுகிறது. (ஆ) புதிய குணங்களுடன் வேறு பதார்த்தங்கள் உண்டாகின்றன. (இ) எடையில் மாறுபாடுண்டு. (ஈ) பழைய பதார்த்தத்தைச் சுலபமாகத் திரும்பப் பெற முடியாது.

ஆகவே, பதார்த்தங்களில் ஏற்படக்கூடிய மாற்றங்களை இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன :—பௌதிக மாற்றங்கள் (physical changes), இரசாயன மாற்றங்கள் (chemical changes). முதல் ஐந்து சோதனைகள் பௌதிக மாற்றங்களாகும். பின் ஆறு சோதனைகள் இரசா-

யன மாற்றங்களுக்கு உதாரணங்களாகும். இம்மாறுபாடு-களின் வித்தியாசங்கள் மேலே கூறப்பட்டிருக்கின்றன.

ஆனல், முக்கியமாக ஞாபகத்தில் வைத்துக்கொள்ள வேண்டுவது, ஒவ்வொரு இரசாயன மாற்றத்திலும் சிறி-தேனும் பௌதிக மாற்றம் இல்லாமலிராது என்பதாகும்.

அத்தியாயம் 2

மூலகப்பொருள், கூட்டுப்பொருள், கலவைப்பொருள்

(Elements, Compounds and Mixtures)

மூலகப்பொருள் :— ஹைடிரஜனைப் பிரிக்கப் பிரயத்-தனப்பட்டால் ஹைடிரஜன் அணுக்களைத் தவிர வேறென்-றும் கிடைக்காது. அப்படியேதான் கந்தகத்திலும், இன்னும் பல பதார்த்தங்களிலும், இப் பதார்த்தங்களின் அணுக்க-ளெல்லாம் ஒரே மாதிரியானவை. இவற்றிற்கு மூலகப்-பொருள்கள் என்று பெயர்.

இதுவரையிலும் முற்றிலும் மாருன பதார்த்தங்களாகப் பிரிக்கப்படாத பதார்த்தத்திற்கு மூலகப்பொருள் என்று பெயர்.

கூட்டுப்பொருள் :—தண்ணீரிலிருந்து மின் ஓட்டத்தின் உதவியால் முற்றிலும் மாருன பதார்த்தங்களாகிய ஆக்-ஸிஜனும், ஹைடிரஜனும் கிடைக்கின்றன. உஷ்ணத்தினுல் பொட்டாசியம்-குளோரேட்டு முற்றிலும் மாருன பொட்டா-சியம்-குளோரைடாகவும், ஆக்ஸிஜனுகவும் பிரிகின்றது. தண்ணீரையும், பொட்டாசியம்-குளோரேட்டையும் போன்-றவை கூட்டுப் பொருள்களாம்.

முற்றிலும் வேருன குணங்களையுடைய பதார்த்தங்-களாகப் பிரிக்கக்கூடிய பதார்த்தத்திற்குக் கூட்டுப்பொருள் என்று பெயர்.

இதுவரையிலும் சுமார் 92 தனிப்பொருள்களை விஞ்ஞான நிபுணர்கள் கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள். அவற்றுள் முக்கியமானவை :—

Aluminium — அலுமினியம்
Antimony—அன்டிமனி
Barium—பேரியம்
Bromine—புரோமின்
Calcium—கால்ஸியம்
Carbon—கார்பன்
Chlorine—குளோரின்
Chromium—குரோமியம்
Cobalt—கோபால்ட்டு
Copper—தாமிரம்
Gold—தங்கம்
Helium—ஹீலியம்
Hydrogen—ஹைடிரஜன்
Iodine—அயொடின்
Iridium—இரிடியம்
Iron—அயம்
Lead—காரீயம்
Magnesium—மகனீசயம்
Manganese—மங்கனீசு
Mercury—பாதரசம், மெர்க்குரி
Nickel—நிக்கல்
Nitrogen—நைட்டிரஜன்
Oxygen—பிராணவாயு, ஆக்ஸிஜன்
Phosphorus—பாஸ்வரம்
Platinum—பிளாட்டினம்
Potassium—பொட்டாசியம்
Radium—ரேடியம்
Silver—வெள்ளி
Sodium—சோடியம்
Sulphur—கந்தகம்
Tin—வெள்ளீயம்
Thorium—தோரியம்
Zinc—துத்தநாகம், நாகம்

கூட்டுப்பொருளும் கலவைப்பொருளும்

பரிசோதனை 12 :— சிறிது அயத்தூளையும், கந்தகத்தூளையும் (flowers of sulphur) கல. கலக்கும்பொழுது உஷ்ணம் உண்டாகிறதா ? இல்லை. கலவையின் நிறம் அயத்துக்கும், கந்தகத்துக்கும் பொதுவாக இருப்பதைக் கவனி. உருசியும் அப்படியே. காந்தத்தினால் அயத்தை மாத்திரம் பிரித்தெடுக்க முடியுமா என்று பார். முடியும். சிறிது கலவையைச் சோதனைக் குழாயில் போட்டுச் சிறிது கார்பன்-டை-சல்பைடை (carbon-di-sulphide) வார். கந்தகம் மாத்திரம் கரைவதைக் கவனி.

கந்தகத்தூள் சிறிது அதிகமாகவே இருக்கும்படியாக மேற்படி கலவையை மறுபடியும் செய்து, கட்டிச் சோதனைக் குழாயில் போட்டு, ஸ்பிரிட்டு-விளக்கினால் நன்றாகக் காய்ச்சு. சிறிது நேரத்தில் கலவை சிவந்து பிரகாசிப்பதைப் பார். இப்போது விளக்கினின்றும் குழாயை எடுத்துவிடு. ஆனாலும் கலவை முழுவதும் சிவந்து எரிகிறது. நன்றாக ஆறின பிறகு, குழாயில் உள்ள பதார்த்தத்தைச் சோதித்துப் பார். இது மிகக் கடினமாகவும், கறுப்பு நிறமாகவும் இருக்கிறது. உருசியிலும் பகுதிப்பொருள்களைப் (components) போலல்ல; காந்தத்தினால் அயத்தை மாத்திரம் பிரிக்க முடிவதில்லை; கார்பன்-டை-சல்பைடில், கந்தகம் மாத்திரம் கரையவில்லை. அயத்தூளும், கந்தகமும் சேர்ந்து முற்றிலும் மாறான அயச-சல்பைடு (ferrous sulphide) என்ற புதிய பதார்த்தம் உண்டாகியிருக்கிறது.

மேற்சொன்ன இரண்டாவது சோதனையை அயத்தூள் சிறிது அதிகமாக இருக்கும்படி மறுபடியும் செய்தால், அயச-சல்பைடுடன் சிறிது அயத்தூளும் மிகுந்திருப்பதைக் காந்தத்தினால் காட்டலாம். ஏனென்றால், ஒரு திட்டமான எடையுள்ள கந்தகமும் அயமும் இரசாயன முறையில் சேர்ந்துதான் அயச-சல்பைடு உண்டாகிறது.

பரிசோதனை 13:— சிறிது பொட்டாசியம் - குளோரேட்டையும் சர்க்கரையையும் கலந்து கலவையின் உருசி, நிறம், கரையும் தன்மை முதலிய விஷயங்களைப் பகுதிப்பொருள்களுடன் ஒப்பிடு.

பிறகு கலவையைக் கல்நார் பாயின்மேல் வைத்துத்தீக்குச்சியினால் பற்றவை. கலவை நன்றாக எரிந்தபின் முற்றிலும் மாறான கருகின தூள் இருப்பதைக் கவனி.

பரிசோதனை 14:—ஒரு கட்டிச் சோதனைக் குழாயில் பாதரசத் துளிகள் சிலவற்றையும், சிறிது அயொடினையும் போட்டு மிதமாகக் காய்ச்சு. மஞ்சளும், சிவப்பும் கலந்த

பதங்கம் (sublimate) குழாயிலிருப்பதைப் பார். இது பாதரசமுமல்ல; அயொடினுமல்ல; முற்றிலும் வேருன பதார்த்தம் (மெர்க்குரிக - அயொடைடு).

பரிசோதனே 15 :— கட்டிச் சோதனைக் குழாயில் ஒரு சிறிய மஞ்சள் பாஸ்வரத் துண்டின்மேல் சில அயொடின் மணிகளைப்போடு. உடனே, உஷ்ணத்துடன் இரசாயனக்கிரியை ஏற்பட்டு, ஆரஞ்சு-சிவப்பான பாஸ்வர-அயொடைடு என்னும் புதிய பதார்த்தம் உண்டாகிறது.

பரிசோதனே 16 :— தண்ணீரில் சாதாரண உப்பைக்கரைத்துக் காய்ச்சி வடித்தல் முறையில் தண்ணீரையும் உப்பையும் தனித்தனியாகப் பிரித்தெடு.

பரிசோதனே 17 :—11-ஆவது பரிசோதனையைத் திரும்பச் செய்.

இச் சோதனைகளிலிருந்து கூட்டுப் பொருள்களும், கலவைப்பொருள்களும் வெவ்வேருனவை என்று நன்கு தெரிகிறது. அயத்தூளும், கந்தகத்தூளும் கலக்கப்பட்டால், அக்கலவைக்குக் 'கலவைப் பொருள்' என்று பெயர். உறுப்புக்களுக்குள்ள (components) குணங்களெல்லாம் இதற்கு இருக்கின்றன. கலவையைக் காய்ச்சின பிறகு கிடைக்கும் முற்றிலும் வேருன பதார்த்தம் கூட்டுப்பொருள் என்று கூறப்படும். இதன் குணங்கள் பகுதிப்பொருள்களின் குணங்களிலிருந்து முற்றிலும் வேருனவை. மேற்கண்ட சோதனைகளில் எவை கூட்டுப் பொருள்களென்றும், எவை கலவைப் பொருள்களென்றும் தெரிந்துகொள்.

கூட்டுப்பொருளின் இலக்கணம் (definition) முன்னமே தெரிந்துகொண்டோம்.

இரண்டுக்குக் குறையாத பதார்த்தங்கள் கலந்திருந்து இரசாயன மாறுபாடு அடையாமலும், உறுப்புக்களின்

குணங்களை உடையதுமான ஒரு பதார்த்தத்திற்கு கலவைப்பொருள் என்று பெயர்.

கலவைப்பொருள்	கூட்டுப்பொருள்
1. பகுதிப் பொருள்களின் குணங்கள் எல்லாம் இதற்கு உண்டு.	1. இதன் குணங்கள் உறுப்புக்களின் குணங்களிலிருந்து முற்றிலும் வேறானவை.
2. கலக்கும்பொழுது உஷ்ணம் உண்டாவதில்லை; ஏனென்றால், இது பௌதிக மாறுபாட்டைச் சேர்ந்தது.	2. இரசாயனக் கிரியையினால் ஏற்படுகிறது. எப்போதும் உஷ்ணமும், சில சமயங்களில் ஒளியும் உண்டாகும்.
3. உறுப்புக்களைச் சுலபமான வழிகளால் பிரிக்கலாம். பௌதிக நிலை எண்களாகிய (physical constants) கரைதிறன், உருகுநிலை, கொதிநிலை, அடர்த்தி (density) — இவற்றையும் மற்ற வழிகளையும் கொண்டு பிரிக்கலாம்.	3. உறுப்புக்களைச் சுலபமாகப் பிரிக்க முடியாது.
4. பகுதிகளை எந்த அளவில் வேண்டுமானாலும் கலக்கலாம்.	4. பகுதிகள் திட்டமான எடை விகிதத்தில்தான் கூடும்.

அத்தியாயம் 3

இரசாயனக் கிரியை

காரணம்

இரசாயனக் கிரியை என்பது பதார்த்தங்களின் அணுக்களுக்குள்ள இரசாயன நாட்டம் என்ற கவர்ச்சி-யினுல் ஏற்படுகிறது. இச் சக்தியே அணுக்களை மூலக்-கூறுகளாகப் பிணக்கிறது. பிளாட்டினத்தைக் காய்ச்சி-ஞல் ஒரு மாறுதலும் ஏற்படவில்லை ஆனுல், மகனீசயத்-தைக் காய்ச்சிஞல் அது அதிக பிரகாசத்துடன் எரிந்து முற்றிலும் மாருன மகனீசயம்-ஆக்ஸைடு என்ற சாம்பலாக மாறுகிறது. இதற்குக் காரணம் மகனீசயத்துக்கும் பிராண வாயுவுக்கும் இரசாயன நாட்டம் இருக்கிறதென்றும், பிளாட்டினத்திற்கும் பிராண வாயுவுக்கும் அது இல்லை என்-றும் இரசாயன நிபுணர்கள் சொல்லுவார்கள். பிராணவாயு-வும், ஹைடிரஜனும் இரசாயன நாட்டம் என்னும் சக்தியினுல் சேர்ந்து தண்ணீராகிறது. தாமிர-சல்பேட்டுக் கரைசலில் (copper sulphate) சிறிது அயத்தூளைப் போட்டால், அது மறைந்து தாமிரப்பொடி வெளிவரும். அயம் தாமிரத்தைப் பெயர்ச்சி செய்துவிட்டது (displaced). அயத்துக்கும் சல்-பேட்டு மூலத்திற்கும் உள்ள இரசாயன நாட்டம் தாமிரத்-திற்கும் சல்பேட்டு மூலத்திற்குமுள்ள இரசாயன நாட்-டத்தைவிட அதிகம்.

தாமிர - சல்பேட்டு + அயம் → அயச - சல்பேட்டு + தாமிரம் ↓

அனுகூலமான சந்தர்ப்பங்கள்

அனுகூலமான சந்தர்ப்பங்கள் இருந்தால்தான் இரசா-யனக் கிரியை ஏற்படும். அவையாவன :

1. உஷ்ணம் : இது இரசாயன நாட்டத்தை (அ) அழிக்கவும், (ஆ) பலப்படுத்தவும் பயன்படுகிறது.

(அ) பொட்டாசியம் - குளோரேட்டு → பொட்டாசியம் -குளோரைடு + பிராணவாயு ↑

(ஆ) மகனீசயம் + பிராணவாயு → மகனீசியம் - ஆக் - ஸைடு.

மகனீசயத்துக்கும் பிராணவாயுவுக்கும் இரசாயன நாட்டம் இருந்த போதிலும், அவை இரண்டும் சேர ஒரு திட்டமான உஷ்ணநிலை, அதாவது, எரிநிலைத் தானம் (ignition point or kindling temperature) வரும் வரையில் உஷ்ணப்படுத்தவேண்டும்.

2. ஒளி: குளோரினும் ஹைடிரஜனும் கலக்கப்பட்டால், ஒளி இல்லாவிட்டால் அவை சேரா. இக்கலவைப்பொருளைச் சூரியவெளிச்சத்தில் காட்டினாலும் சரி அல்லது அதில் எரிக்குச்சியைக் காட்டினாலும் சரி, இரண்டும் சப்தத்துடன் சேர்ந்து புதிய பதார்த்தமாகிய ஹைடிரஜன் - குளோரைடு (hydrogen chloride) உண்டாகிறது.

3. மின்சாரம்: தண்ணீரை மின் ஓட்டத்தினால் ஹைடிரஜனாகவும், பிராணவாயுவாகவும் பிரிக்கலாம். ஹைடிரஜனையும் பிராணவாயுவையும் மின்சாரப்பொறிகளினால் தண்ணீராகச் சேர்க்கலாம்.

4. நெருக்கமான பரிசம் (close contact): பொடி செய்த டார்ட்டரிக-அமிலத்தையும் (tartaric acid), சோடியம்-பை-கார்பனேட்டு என்ற ரொட்டி-உப்பையும் கல. ஒரு கிரியையும் ஏற்படவில்லை. கலவையின்மேல் மிதமாகத் தண்ணீர் ஊற்றப்பட்டால் நுரைத்தல் ஏற்படுகிறது. இது இரசாயனக் கிரியைக்கு ஓர் அடையாளம். இரு பதார்த்தங்களையும் தனித்தனியாகக் கரைசல்செய்து அக்கரைசல்களை ஒன்று சேர்த்தால் நுரைத்தல் அதிகமாகும்.

தண்ணீரின் உதவியால் கரைசல் உண்டாகி, உறுப்புக்கள் மிக நெருக்கமாகச் சேருவதால் இரசாயன நாட்டம் சுலபமாகத் தன் வேலையைச் செய்கிறது.

5. அமுக்குதல் அல்லது அரைத்தல்: பொடியாக உள்ள காரீயத்தையும், கந்தகத்தூளையும் பலமான அமுக்கும் சக்தியைக் கொண்டு காரீய-சல்பைடாகச் (lead sulphide) சேர்க்கலாம்.

6. கிரியா ஊக்கி (catalytic agent): கிரியா ஊக்கியின் உதவியால் இரசாயனக் கிரியையைத் துரிதமாக உண்டாக்கலாம்; ஆனால் கிரியா ஊக்கியில் கடைசியில் எவ்வித மாறுதலும் இராது.

உதாரணமாக, பொட்டாசியம் - குளோரேட்டிலிருந்து பிராணவாயுவைத் தயாரிப்பதில் அதை வெகு நேரம் உஷ்ணப்படுத்தி, உஷ்ணநிலை உயர்ந்த நிலைக்கு வந்த பிறகுதான், அது சிதைவுற்றுப் (decompose) பிராணவாயு மெதுவாக வெளிப்படுகிறது. ஆனால், அதனுடன் மங்கனீசு-டை-ஆக்ஸைடைக் (manganese-di-oxide) கலந்தால் குறைவான உஷ்ணநிலையிலேயே பிராணவாயு வேகமாக வெளிப்படுகிறது. கடைசியில், மங்கனீசு-டை-ஆக்ஸைடில் எவ்வித மாறுதலுமில்லை.

பலன்கள் (Effects)

1. முற்றிலும் மாறுன குணங்களையுடைய புதிய பதார்த்தங்கள் உண்டாகின்றன.

2. இரசாயன மாற்றங்கள் ஏற்படும்போது உஷ்ணம், ஒளி, சப்தம், மின்சாரம் போன்ற பௌதிக மாறுபாடுகள் சில ஏற்படாமலிருப்பதில்லை. உஷ்ணம் எப்போதும் அதிகமாகவோ, குறைவாகவோ ஏற்படும். [உஷ்ணம்-சோதனை 9; ஒளி-சோதனை 12; சப்தம்-அனுகூலமான சந்தர்ப்பங்கள் என்ற தலைப்பில் 2-ஆவது; மின்சாரம் நாக ரவை நீர்த்த

கந்தக அமிலத்தில் கரையும்போது மின்சாரச் சக்தி உண்டாகிறது.]

இனங்கள் (Kinds)

இரசாயன மாறுதல்களைப் பல இனங்களாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன :—

1. இரசாயனக் கூடுகை (chemical combination):— இதில் இரண்டிற்குக் குறையாத பதார்த்தங்களின் சேர்க்கையினால் ஒரு புதுப் பதார்த்தம் உண்டாகிறது.

(i) அயம் + கந்தகம் → அயச-சல்பைடு.

(ii) சுட்ட சுண்ணும்பு + தண்ணீர் → நீற்றுச் சுண்ணும்பு.

2. இரசாயனச் சிதைவு (chemical decompostion) :— இதில் ஒரு கூட்டுப்பொருள் பல பொருள்களாகப் பிரிகிறது.

(i) மெர்க்குரிக - ஆக்ஸைடு → பாதரஸம் + பிராணவாயு ↑.

(ii) பொட்டாசியம் - குளோரேட்டு → பொட்டாசியம் குளோரைடு + பிராணவாயு ↑.

(iii) சீமைச் சுண்ணும்பு (கால்ஸியம் - கார்பனேட்டு) → சுட்ட சுண்ணும்பு + கார்பன் - டை - ஆக் - ஸைடு ↑.

3. இரசாயனப் பெயர்ச்சி (chemical replacement or displacement):— ஒரு மூலகப் பொருளுக்கும், கூட்டுப் பொருளுக்கும் இரசாயனக் கிரியை ஏற்பட்டு, அம்மூலகப் பொருளானது கூட்டுப்பொருளிலுள்ள ஒரு மூலகப் பொருளுடன் இடம் மாற்றிக்கொண்டால், அக் கிரியைக்கு இரசாயனப் பெயர்ச்சி என்று பெயர்.

(i) அயம் + தாமிர - சல்பேட்டு → அயம்-சல்பேட்டு + தாமிரம் ↓.

(இதில் அயமும், தாமிரமும் இடம் மாற்றிக்கொள்ளுகின்றன.)

(ii) நாகம்+கந்தக அமிலம் (நீர்த்தது)→ நாக-சல்பேட்டு+ஹைடிரஜன்→.

(iii) தாமிரிக - ஆக்ஸைடு+ஹைடிரஜன் → தாமிரம் +தண்ணீர்.

4. இரசாயன இரட்டைச் சிதைவு (double decomposition):— இரண்டு கூட்டுப் பொருள்களுக்கு இரசாயனக் கிரியை ஏற்பட்டு அவற்றின் இயையுறுப்புக்கள் (constituents) பரஸ்பரமாக மாற்றிக் கொண்டால் அக்கிரியைக்கு இரசாயன இரட்டைச் சிதைவு என்று பெயர்.

(i) சோடியம் - குளோரைடு+வெள்ளி - நைட்டிரேட்டு (silver nitrate)→
சோடியம் - நைட்டிரேட்டு + வெள்ளி - குளோரைடு↓.

(ii) பேரியம்-குளோரைடு+சோடியம் - சல்பேட்டு→
சோடியம்-குளோரைடு+பேரியம்-சல்பேட்டு↓.

அத்தியாயம் 4

பிரிக்கும் முறைகள்

கரையா வஸ்துக்கள் இருவகைப்படும். அவை-யாவன :— திரவத்தில் மூழ்கக் கூடியவை, மிதக்கக்-கூடியவை. இவற்றுக்கு மணலும், மரத்தூளும் முறையே உதாரணமாகும்.

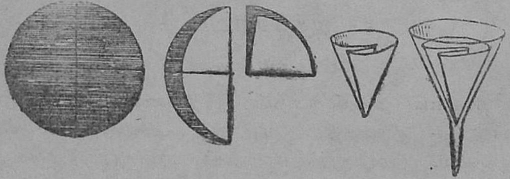
பரிசோதனை 18 :— கொஞ்சம் தண்ணீருள்ள ஒரு முகவையை எடுத்துக்கொண்டு, அதில் மணலும், சாதாரண உப்பும், மரத்தூளும் கலந்த கலவையைப் போடு. அசைக்-காமல் வைத்து, சிறிது நேரம் பொறுத்துப் பார்த்தால் உப்பு கரைந்தும், மணல் அடியில் தங்கியும், மரத்தூள்

மிதந்துகொண்டு மிருக்கும். முகவையை அசைக்காமல் கரைசலை மற்றொரு முகவையில் வார். கரைசலுடன் மரத்தூளும் செல்லுகிறது. முதல் முகவையின் அடியில் ஈர மணல் தங்கிவிடுகிறது.

கனமாக உள்ள கரையாப் பதார்த்தத்தை திரவத்திலிருந்து பிரிக்கும் முறைக்குத் தெளியவைத்து இறுத்தல் எனப் பெயர்.

இலேசாக உள்ள கரையாப் பதார்த்தத்தை திரவத்திலிருந்து பிரிக்க, வடிகட்டுதல் முறையைக் கையாள வேண்டும். இம் முறைக்கு வடிதாள் (filter-paper) அவசியம். இத்தாளிலுள்ள துவாரங்கள் திரவம் செல்லக்கூடியவாறு மிகச் சிறியனவாக இருக்கிறபடியால், அவற்றின் வழியாக எவ்வளவு நுட்பமான திடப் பதார்த்தமும் செல்லாது. மஸ்லின் துணியும் (muslin cloth), கரியும் வடிதாளைப் போலுள்ள பொருள்கள்.

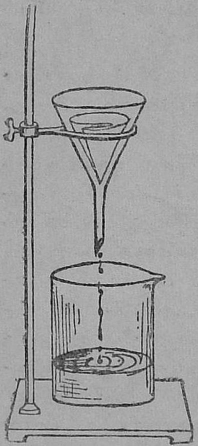
பரிசோதனை 19 :— புனலுக்குத் தக்கபடியுள்ள ஒரு வட்டவடிவமான வடிதாளை முதலில் இரண்டாகவும், மறுபடியும் இரண்டாகவும் மடித்து அதைக் கூம்பைப்போல் (cone)



படம் 245.

பிரி. படம் 245-ஐப் பார். கூம்பைப் புனலில் வைத்துச் சிறிது தண்ணீரைத் தாளின்மேல் வார். தாள் புனலுடன் நன்ருக ஒட்டிக்கொள்ளும். புனலின் கீழ் ஒரு முகவையை வை. முன் சோதனையில் இரண்டாவது முகவையிலுள்ள கரைசலைச் சிறிது சிறிதாக சாக்கிரதையாகப் புனலில்

வார். கரைசலின் மட்டம் வடிதாளின் ஓரத்திற்கு மேலே போகாமல் பார்த்துக்கொள். ஏன்? கரைசல் தாளின் துவாரத்தின் வழியாகச் சென்று புனலின் கீழுள்ள முகவையில் விழுகிறது. வடிதாளின்மேல் மரத்தூள் படிந்து விடுகிறது. முகவையில் மரத்தூள் ஒட்டிக்கொண்டிருந்தால் அதைப் புனலுக்கு மேலாகச் சாய்த்துப்பிடித்துக்கொண்டு கழுவு சீசாவின் உதவியால் தண்ணீரை முகவையில் அடிக்கச்செய்து, எல்லா மரத்தூளையும் வடிதாளின்மேல் விழும்படி செய்ய வேண்டும்.



படம் 246.

சில சமயங்களில் வடிதாளுடன் புனலைச் சோதனைக் குழாயின்மேல் வைத்து, கரைசலைக் குழாயினுள் விழும்படியாகச் செய்வதுமுண்டு.

19-ஆம் பரிசோதனையானது வடிகட்டுதல் முறையைக் காட்டுகிறது. இம்முறை தெளியவைத்து இறுத்தல் முறையைவிடச்சிறந்தது.ஏனென்றால், இம் முறையினால் கனமாக உள்ள கரையாப் பதார்த்தத்தையும் இலேசாக உள்ள கரையாப் பதார்த்தத்தையும் ஒரு திரவத்திலிருந்து பிரித்து விடலாம். தெளிய வைத்து இறுத்தல் முறையோ கனமாக உள்ள கரையாப் பதார்த்தத்திற்கு மாத்திரந்தான் பயன்படும். மேலும், வடிகட்டுதல் முறையைக் கையாண்ட பிறகு, தாளின் மேலுள்ளப் பதார்த்தத்தின் ஈரத்தை மணல் தொட்டியின் உதவியினால், அல்லது காற்றடுப்பினால் போக்கி, உலர்ந்த பதார்த்தத்தைப் பெறலாம்.

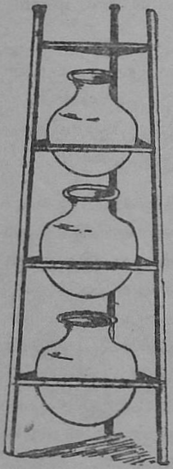
வடிதாளின் வழியாகச் செல்லும் தெளிவான திரவத்திற்கோ கரைசலுக்கோ வடிகட்டிய நீர் (filtrate) என்று

பெயர். வடிதாளின் மேல் தங்கியுள்ள பதார்த்தத்திற்கு **வண்டல்** என்று பெயர்.

ஏனைய வடிகட்டிகள் (filters)

(1) சன்னமான மணலையும் சுத்தமான கரியையும் வடிகட்டிகளாக உபயோகிப்பதுண்டு.

247-ஆம் படம் இரயில்வே ஸ்டேஷன்களில் சாதாரணமாக உபயோகிக்கும் வடிகட்டும் முறையைக் காட்டுகிறது. ஒன்றின் கீழ் ஒன்ருக மூன்று பானைகள் தாங்கியில் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மேலிரண்டு பானைகளின் அடியில் துவாரங்களுண்டு. மேற்பானையில் கூழாங்கற்களும் கரியும் நடுப்பானையில் சன்னமான மணலும் இருக்கும். மேலுள்ள பானையில் தண்ணீர் ஊற்றப்பட்டால், அது இவ் வடிகட்டிகள் வழியாகச் செல்லும்போது அதிலுள்ள வண்டல்கள் இவ்விரண்டு பானைகளிலும் தங்கிவிடுவதனல் அடியிலுள்ள பானையில் விழும். தண்ணீர் சுத்தமாக இருக்கும். மேலும் கரியானது தண்ணீரிலுள்ள வாசனையை நீக்கிவிடுகிறது.



படம் 247

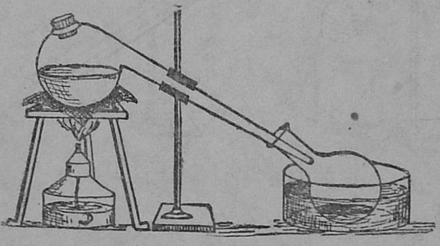
(2) பட்டணங்களில் குழாய்மூலம் ஏராளமான தண்ணீர் செலவாகிறதனல், அத் தண்ணீரை வண்டல்களில்லாமல் சுத்தப்படுத்த சன்னமான மணல் வடிகட்டியாக உபயோகப்படுகிறது. தண்ணீர் மணற் பாத்திகளின் (filter-beds) வழியாகப் பாய்ச்சப்படும்போது அதிலுள்ள வண்டல்கள் பாத்திகளில் தங்கிவிடும். ஆகவே பாத்திகளிலுள்ள மணலை அவ்வப்போது மாற்றிக்கொண்டேயிருக்கவேண்டும். இல்லாவிடில், அவை விஷக்கிருமிகளுக்கு நல்ல உறைவிடமாகும்.

கரையும் அசுத்தங்கள்

நான்காம் படிவத்தில் கரைப்பான், கரைபொருள், கரைதிறன் ஆகியவற்றைப் பற்றிப் படித்ததை ஞாபகப்படுத்திக் கொள்ளவேண்டும்.

பரிசோதனை 20:— 19-ஆம் சோதனையில் கிடைத்த வடிகட்டிய நீரில் கொஞ்சம் தகழியில் வார்த்து, தகழியை ஒரு முக்காலியின் மேலிருக்கும் கம்பி வளையின்மேல் வை. ஸ்பிரிட்டு-விளக்கினால் காய்ச்சு. சிறிது நேரம் பொருத்துத் தண்ணீர் ஆவியாக மாறுகிறது. சுமார் முக்கால் பாகம் கரைசலில் மறைந்ததும், தகழியைக் கண்ணாடிச் சிற்றகலினால் மூடவேண்டும். இல்லாவிட்டால், கரைந்தபொருள் வெளிப்படும்போது நாலா பக்கங்களிலும் சிதறும். எல்லாத் தண்ணீரும் ஆவியாக மாறிய பிறகு விளக்கை அணை. கண்ணாடிச் சிற்றகலின் அடியில் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் பொருளைச் சுரண்டி எடுத்துவிடலாம்.

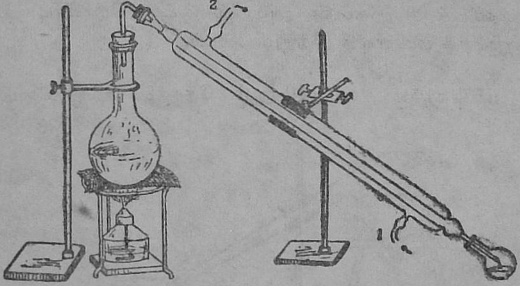
பரிசோதனை 21 :—19-ஆம் சோதனையில் கிடைத்த



படம் 248. காய்ச்சி வடித்தல்.

வடிகட்டிய நீரின் மற்றொரு பாகத்தை வாலையில் வார்த்து, வாலையை அடைப்பானால் மூடு.

வாலையின் குமிழ்ப்பாகத்தை முக்காலியின் மேலுள்ள கம்பி வலையின்மேல் வைத்து, அதன் குழல்வாயை ஒரு தாங்கியால் பொருத்து. குழல்வாயைக் கொள்கலம் என்று சொல்லப்படும் ஒரு கண்ணாடிக் குடுவையினுள் செலுத்து. கொள்கலம் பேசினுள் தண்ணீரில் மிதக்கவேண்டும். வேண்டுமானால், கொள்கலத்தைப் பொருத்த மற்றொரு தாங்கியை உபயோகிக்கலாம். ஸ்பிரிட்டு-விளக்கினால் வாலையைக் காய்ச்சு. சிறிது நேரத்திற்குப் பிறகு தண்ணீர் ஆவியாக மாறிக் குழாயின் வழியாகச் சென்று, குளிர்ந்த கொள்கலத்தின்மேல் பட்டதும் ஆவி மறுபடியும் தண்ணீ-ராக மாறிவிடுகிறது. கொள்கலம் குளிர்ச்சியாயிருக்க, அதன்மேல் தண்ணீர் வார்த்துக்கொண்டே யிருக்க-வேண்டும். கடைசியில் கரைந்தபொருள் (அதாவது உப்பு) குமிழ்ப்பாகத்தில் தங்கிவிடுகிறது.



படம் 249. லீபிக் கண்டென்ஸர்.

இம்முறையினால் கரைபொருள், கரைப்பான் ஆகிய இரண்டினையும் நாம் பிரித்தெடுக்கலாம்.

249-ஆம் படம் லீபிக் கண்டென்ஸர் (Liebig condenser) என்ற உபகரணத்தைக் காட்டுகிறது. இதில் ஒரு கண்ணாடிக் குழாயும் அதைச் சூழ்ந்துள்ள மற்றொரு

குழாயும் உண்டு. படத்தில் காட்டியபடி பெருங்குழாயுள் ஒருவழியாகக் குளிர்ந்த நீர் செலுத்தப்பட்டால் அது சிறு குழாயின் வழியாகச் செல்லும் நீராவியினுல் உஷ்ணப்படுத்தப்பட்டு மற்றெரு வழியாக வெளியே சென்றுவிடும். ஆவி தண்ணீராக மாறி, கொள்கலத்தில் விழும்.

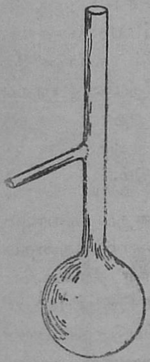
பரிசோதனை 22 :— அசுத்தத் தண்ணீரிலிருந்து சுத்தத் தண்ணீர் பெற: 21-ஆம் சோதனையைச் செய். முதலில் வரும் சுமார் $\frac{1}{3}$ பாகம் வடி திரவத்தைச் (distillate) சேகரிக்காமல் விட்டுவிடு, ஏனென்றல், இப்பாகத்தில் தண்ணீரில் கரைந்துள்ள வாயுக்கள் கலந்திருக்கும். மீதியில் $\frac{2}{3}$ பாகம் மாத்திரம் தனிக்கொள்கலத்தில் சேகரி. இதுதான் சுத்தத் தண்ணீர். கடைசி பாகமும் பிரயோசனமற்றது. ஏனென்றல், அதனுடன் வண்டல் படிந்து சேர்ந்துவிடும்.

பரிசோதனை 23 :— ஒரு திடப்பொருளானது கரையும் பொருளா இல்லையா என்று பார்க்க: (1) பதார்த்தத்தைப் பொடி செய்து அதில் சிறிது, அதிக அளவுள்ள திரவத்தில் போட்டுக் குலுக்கு. பதார்த்தம் மறைந்தால் அது கரையும் பொருள். (2) இல்லாவிட்டால் உஷ்ணப்படுத்திப் பார். (3) இப்போதும் பதார்த்தம் கரையாமல் அடியில் தங்குமானல் வடிகட்டு. அவ்வடிகட்டிய நீரை ஒரு தகழியில் வார்த்து உஷ்ணப்படுத்து. திரவம் ஆவியாக மாறின பிறகு, தகழியில் வண்டல் தங்கியிருந்தால் பதார்த்தம் சிறிது கரையக்கூடியது. இல்லாவிட்டால் அது கரையாப் பொருள் என்று அறியலாம்.

ஆகவே, ஒரு கரைசலிலிருந்து கரைபொருளைப் பிரிக்க இரண்டு முறைகளைக் கையாளலாம். அவை: (1) ஆவியாதல், (2) காய்ச்சி வடித்தல் என்பனவாம். இவ்விரண்டு முறைகளில் காய்ச்சி வடித்தல் முறையே சிறந்தது. ஏனெனில், இம்முறையில் கரைபொருள், கரைப்பான் ஆகிய இரண்டையும் பெறலாம்.

ஆவியாதல் என்பது ஒரு திரவத்தை ஆவியாக மாற்றும் முறையாகும்.

காய்ச்சி வடித்தல் என்பது திரவத்தை ஆவியாக மாற்றி, ஆவியைக் குளிரச் செய்து, கொள்கலத்தில் திரவமாகப் பெறும் முறையாகும்.



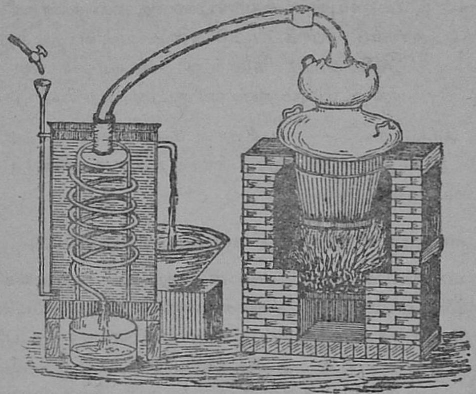
படம் 250.
வடித்தல் குடுவை.

காய்ச்சி வடித்தல் முறைக்கு வாலை என்னும் உபகரணம் உபயோகமாகும் (படம் 248). இதற்கு ஒரு குமிழ்ப்பாகமும், இதிலிருந்து பக்க வாட்டாகச் செல்லும் ஒரு நீண்ட குழாயும் உண்டு. குமிழின் மேற்பாகத்தில் ஒரு துவாரம் இருக்கிறது. இதன் வழியாகத்தான் கரைசல் குமிழ்ப்பாகத்தில் ஊற்றப்படும். காய்ச்சும்பொழுது துவாரத்தை அடைப்பானல் மூடவேண்டும்.

250-ஆம் படத்தில் காட்டியிருக்கும் வடித்தல் குடுவையையும் வாலைக்குப் பதிலாக உபயோகப்படுத்தலாம். பக்கக் குழாய்தான் கொள்கலத்தில் செலுத்தப்படும். கரைசலைக் காய்ச்சும்பொழுது நீண்ட குழாயை அடைப்பானல் மூடவேண்டும்.

இவ்வுபகரணங்களுக்குப் பதிலாக ஒரு துளையுள்ள ரப்பர் அடைப்பானல் மூடப்பட்ட உருண்டைக் குடுவையையும் உபயோகிக்கலாம். காய்ச்சி வடித்தல் முறையில் கொள்கலத்தில் சேகரிக்கப்படும் திரவத்திற்கு வடிதிரவம் என்று பெயர்.

இம்முறையில் அதிகத் தண்ணீர் சேகரிக்க ஸ்டில் (still) என்னும் உபகரணம் உபயோகிக்கப்படும். இதுவும்



படம் 251. ஸ்டில்.

ஒரு வாலேயேயாகும். இது கடல் நீரிலிருந்து வடிதிரவம் செய்யக் கப்பலில் உபயோகமாகிறது.

இதர பிரிக்கும் முறைகள்

(1) தூற்றுதல் :—தானியங்களைத் தூற்றினுல் இலேசாயுள்ள உமி, கோது முதலியன காற்றில் பறந்து போய், கனமாயுள்ள சுத்த தானியம் மாத்திரம் கீழே விழும்.

(2) பொறுக்குதல் :— கல் முதலிய பெரிதாயுள்ள தூசிகளைப் பொறுக்கி எடுத்துவிடலாம்.

(3) சலித்தல் :—சல்லடையில் சலித்தால் சன்னமான தூள் கீழ்ச் சென்றுவிடும். பெருந்தூள் சல்லடைமேல் நின்றுவிடும் (காப்பிப் பொடி சலித்தல்).

(4) மிதக்கச் செய்தல் :—கலவையிலிருக்கும் மரத்தூளை இம்முறையினுல் பிரிக்கலாம். தங்கச் சுரங்கத்திலிருந்து எடுக்கப்படும் பாறைகளைப் பொடிசெய்து தண்ணீரில்

அலசினால் இலேசாயுள்ள குவார்ட்ஸூக் கல் தண்ணீரினால் அடித்துக்கொண்டு போகப்பட்டு கனமாயுள்ள தங்கத்தூள் தங்கிவிடும். அரிசியைக் களைந்து தண்ணீரை ஊற்றும்போது, மிதக்கும் உமியும் தண்ணீருடன் போய்விடும்.

(5) காந்த சக்தி :—அயத்தூள் கலந்துள்ள கலவையிலிருந்து அயத்தூளை மாத்திரம் காந்தத்தை உபயோகித்துப் பிரித்துவிடலாம்.

வடித்துப் பகுத்தல் (Fractional distillation)

திரவங்களின் கரைசல்களிலிருந்து, அவைகளின் கொதி-நிலைகளின் வித்தியாசத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு, காய்ச்சி வடித்தல் முறையைப் பலதரம் உபயோகித்து, அவைகளைத் தனித்தனியாகப் பிரித்தெடுக்கும் முறைக்கு வடித்துப் பகுத்தல் என்று பெயர். இந்த முறையில் கொதி நிலைகளின் வித்தியாசம் அதிகமாயிருக்கவேண்டும்.

உதாரணமாக, தண்ணீர்-ஸ்பிரிட்டுக் கரைசலிலிருந்து அவைகள் இரண்டையும் தனித்தனியே பிரித்தெடுக்கலாம். ஏனெனில், அவைகளின் கொதிநிலைகளின் வித்தியாசம் அதிகம். ஸ்பிரிட்டின் கொதிநிலை 78°ச.; தண்ணீரின் கொதிநிலை சாதாரணமாக 100° ச.

பரிசோதனை 24 :— வாலையின் குமிழில் தண்ணீர்-ஸ்பிரிட்டின் கரைசலை வார்த்து, அதைத் தாங்கியால் பொருத்திக் குழல்வாயைக் கொள்கலத்தில் செலுத்து. குமிழை ஒரு துளையுள்ள ரப்பர் அடைப்பானால் மூடித் துளையின் வழியாக சதாம்ச உஷ்ணமானியைச் செலுத்து. உஷ்ணமானியின் குமிழ்ப்பாகம் கரைசலுக்கு மேலிருக்கவேண்டும். பிறகு, வாலையைக் காய்ச்சு. கொள்கலத்தின்மேல் தண்ணீர் வார்த்து அதைக் குளிரப் பண்ணிக்கொண்டே இரு. உஷ்ணமானியில் உஷ்ணநிலை அதிகரித்து 78° ச.-வில் சிறிது நேரம் நிற்கும். உஷ்ணநிலை அதிகரித்தவுடன் முதல் கொள்கலத்தை எடுத்து மற்றொரு கொள்கலத்தை வை.

மறுபடியும் உஷ்ணநிலை ஒரே நிலைக்கு வந்தவுடன் இரண்டாவது கொள்கலத்தை எடுத்து மூன்றாவது கொள்கலத்தை வை.

முதல் கொள்கலத்தில் அனேகமாகச் சுத்தமாயுள்ள ஸ்பிரிட்டும், இரண்டாவதில் ஸ்பிரிட்டும் தண்ணீரும் கலந்துள்ள வடிதிரவமும், மூன்றாவதில் சுத்தத் தண்ணீரும் இருக்கும்.

முதல், இரண்டாவது கொள்கலங்களிலுள்ள வடிதிரவங்களிலிருந்து மறுபடியும் இம்முறையைக் கையாண்டு சுத்த ஸ்பிரிட்டைத் தயார் செய்யலாம்.

கவனிப்பு :—திரவங்களின் கரைசல், கொதிநிலை குறைவாயுள்ள திரவத்தின் கொதிநிலையை அடைந்ததும், கொதிக்க ஆரம்பிக்கும். இக்கரைசலின் கொதிநிலை கொதித்தல் ஆரம்பித்து முடியும் மட்டும் ஒரே நிலையில் இருக்காது. ஏனென்றால், ஒவ்வொரு திரவத்திற்கும் தனிக் கொதிநிலை உண்டு. கலப்பில்லாத சுத்த திரவமாயிருந்தால் அதன் கொதிநிலை ஒரே நிலையிலிருக்கும். ஒரு திரவத்தின் கொதிநிலை ஒரே நிலையில் இருக்கின்றதா, அல்லது வேறுபட்டு இருக்கின்றதா என்று கண்டு பிடித்தால், அத்திரவம் சுத்தமா, கலப்பா என்று தெரிந்து கொள்ளலாம்.

வீழ்படியச் செய்தல் (Precipitation)

திரவத்தில் கலந்துள்ள திடப்பொருளை நீக்க, வீழ்படியச் செய்தல் என்ற முறையைக் கையாளுவதும் உண்டு.

உதாரணங்கள் :—(1) சாதாரண உப்புக் கரைசலுடன், அல்லது தாமிர சல்பேட்டுக் கரைசலுடன் அதிகமான மெதிலேறு ஸ்பிரிட்டைச் சேர்த்தால் உப்பும், தாமிர-சல்பேட்டும் வீழ்படியாகும். ஏனென்றால் ஸ்பிரிட்டு, இவ்விரண்டு திடப்பொருள்களைவிடத் தண்ணீரில் அதிகமாகக் கரையக்கூடியது. (2) சாதாரண உப்புக் கரைசலுடன் வெள்ளி-

நைட்ரேட்டுக் கரைசலைச் (silver nitrate solution) சேர்த்தால், தயிர் போன்ற வெள்ளைப் பொருள் வீழ்ப்படிவாகும் (white curdy precipitate). (3) சுண்ணும்பு நீரில் (lime-water) சோடாத் தண்ணீரை (soda water) வார்த்தால், ஒரு வெள்ளைப் பொருள் வீழ்படியும்.

இரண்டு பதார்த்தங்களின் கரைசல்கள் சேர்க்கப் பட்டால் இரசாயன இரட்டைச் சிதைவினுல் இரண்டு புதுப் பதார்த்தங்கள் உண்டாகி, அவைகளில் ஒன்று கரையும் பொருளாகவும், மற்றொன்று கரையாப் பொருளாகவும் இருந்தால், கரையாப் பதார்த்தம் வெளிவரும். வெளிவரும் பொருளுக்கு வீழ்படிவு (precipitate) என்றும், இம்முறைக்கு வீழ்படியச் செய்தல் என்றும் பெயர். வெளிவரும் பொருள் அடியில் தங்கலாம், அல்லது கரைசல் முழுவதும் பரவி இருக்கலாம்.

படிகமாக்கிப் பகுத்தல் (Fractional crystallisation)

நாலாம் படிவத்தில் படிகத்தைப் பற்றிச் சொல்லியதை மீண்டும் படி.

திடப்பொருள்களின் கரைதிறன்களின் வித்தியாசத்தையும், அவற்றின் படிகங்களின் வடிவ வித்தியாசங்களையும், கலவைகளின் பகுதிகளைப்பிரிக்க உபயோகப்படுத்திக் கொள்ளலாம். வெவ்வேறு கரைதிறனுள்ள இரண்டு திடப்பொருள்கள் கரைந்துள்ள கரைசலை உஷ்ணப்படுத்திக் குளிரப்பண்ணினுல், குறைந்த கரைதிறனுள்ள பதார்த்தம் முதலில் படிகங்களாக வெளிவரும். பிறகு, தாய்த் திரவத்தில் அனேகமாக மற்றொரு பொருள் கரைந்திருக்கும். முதலில் கிடைத்த படிகங்களை மறுபடியும் கரைத்துப் படிகமாக்கிச் சுத்தப்படுத்தலாம். தாய்த் திரவத்தை இதேமாதிரி திரும்பச் செய்தால், அதில் வரவர முதல் பதார்த்தம் எல்லாம் வெளிவந்து இரண்டாவது பாதார்த்தமே அனேகமாகக் கரைந்திருக்கும்.

திடப்பொருள்களின் கரைதிறன்களின் வித்தியாசங்களை அடிப்படையாகக்கொண்டு அவைகளுடைய கலவையின் உறுப்புக்களைப் பிரிக்கும் முறைக்குப் படிகமாக்கிப் பகுத்தல் என்று பெயர்.

பரிசோதனை 25 :—வெடியுப்பு, சாதாரண உப்புக் கலவையைப் படிகமாக்கிப் பகுத்தல் முறையில் பிரிக்க : கலவையை ஒரு பெரிய தகழியில் வைத்துத் தண்ணீரை மிதமாக வார். கலவை கரையும் வரையில் உஷ்ணப்படுத்து. பிறகு படிகம் தோன்ற ஆரம்பிக்கும் வரையில் ஆவியாக்கிக் குளிரச் செய். சாதாரண உப்பின் கரைதிறன் வெடியுப்பின் கரைதிறனைவிடக் குறைவாயிருப்பதனால், சாதாரண உப்புதான் முதலில் படிகங்களாக வெளிவரும். படிக வடிவத்தைக் கொண்டு அவைகள் சாதாரண உப்பு என்று தெரிந்துகொள்ளலாம். இந்தப் படிகங்களை மறுபடியும் சிறிது தண்ணீரில் கரைத்து ஆவியாகச் செய்தால் சுத்தமான சாதாரண உப்புப் படிகங்கள் கிடைக்கும்.

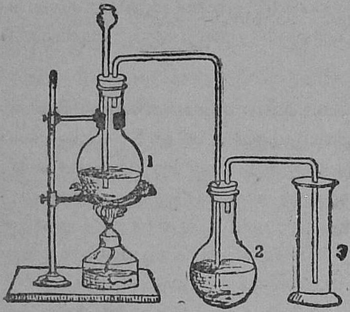
தாய்த் திரவத்தை இதே மாதிரி மூன்று, நான்கு தடவைகள் செய்தால் சாதாரண உப்பு முழுவதும் வெளிவந்துவிடும். மீதியாயிருக்கும் திரவத்தில் அனேகமாகச் சுத்தமான வெடியுப்பு கரைந்திருக்கும். இதிலிருந்து வெடியுப்புப் படிகங்கள் தயார் செய்யலாம்.

அத்தியாயம் 5

மூன்று முக்கிய அமிலங்கள்

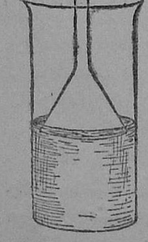
பரிசோதனைச் சாலையில் மிக அதிகமாக உபயோகப்படும் அமிலங்கள் ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலமும், கந்தக அமிலமும், நைட்டிரிக அமிலமுமாகும். அவ்வமிலங்களைத் தயாரிக்கும் முறைகளையும், அவற்றின் குணங்களையும் உபயோகங்களையும் பற்றி இங்கே தெரிந்து கொள்வோம்.

பரிசோதனை 26 :—படம் 252-இல் காட்டியிருப்பதுபோல் உபகரணங்களைத் தயார் செய். கண்ணாடிக் குடுவையில் சோடியம் - குளோரைடைப் போட்டு நீள விரிகுழல் (thistle-funnel) மூலமாகப் பலமான கந்தக அமிலத்தை, உப்பு முழுதும் மறையும் வரையில் ஊற்று. பிறகு ஸ்பிரிட்டு விளக்கினல் கொஞ்சம் உஷ்ணப்படுத்தினல் தீட்சணியமான நெடியுடன் கூடிய ஹைடிரஜன் குளோரைடு வாயு உண்டாகிறது. இதைக் கண்ணாடிச் சாடிகளில் கீழ்முகப் பெயர்ச்சி மூலமாக நிரப்பலாம்.



படம் 252.

இவ்வாயுவை அடர்கந்தக அமிலம் உள்ள கழுவுசீசா மூலமாகப் போகச்செய்தால், வாயுநீர் நீக்கப்பெறும்.


படம் 253.

போக்குக் குழாயை ஒரு ரப்பர் குழாயின் மூலமாக ஒரு புனலுடன் இணைத்துப் புனலின் வாய் முகவையிலுள்ள தண்ணீரில் இருக்கும்படி பொருத்து. வாயு தண்ணீரில் கரைந்து, அமிலமாகிறது (படம் 253).

சோடியம் - குளோரைடு + கந்தக - அமிலம் → சோடியம் - சல்பேட்டு + ஹைடிரஜன் - குளோரைடு ↑

ஹைடிரஜன் - குளோரைடு + தண்ணீர் → ஹைடிரோ - குளோரிக அமிலம்.

குறிப்பு : எல்லா அமிலங்களுக்கும் பொதுவாக உள்ள குணங்கள் : 1. புளிப்பு ருசியை உடையன. 2. நீல லிட்மஸைச் சிவப்பு நிறமாக்கும். 3. குறைந்த அளவிலோ, அதிகமாகவே அரிக்கும் வினை உடையவை (corrosive action). 4. உலோகங்களைக் கரைக்கும் சக்தி வாய்ந்தவை. 5. எல்லா அமிலங்களிலும் ஹைடிரஜன் உள்ளது.

ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலத்தின் குணங்கள் :—இது எளிதில் அசையும் திரவம். தண்ணீருடன் சுலபமாகக் கலக்கும். அப்போது நிறம் மஞ்சளாக இருக்கும். இது அரிக்கும் சக்தியுடையது. இதன் ஒப்பு அடர்த்தி 1·20 ; கொதிநிலை 110° ச. அமிலம் கொதிக்கும்போது எரிச்சலான மணமுடைய வாயுவாக வெளியேறுகிறது. இந்த அமிலத்துக்கு "மியூரியாடிக அமிலம்" என்ற பெயர் உண்டு.

துத்தநாகம், அயம், மகனீசயம் போன்ற உலோகங்களுடன் கிரியை செய்வதனால், ஹைடிரஜன் வாயு விடுவிக்கப் படுவதுடன் அவ்வுலோகங்களின் குளோரைடுகள் உண்டாகும். இவற்றில் உஷ்ணப்படுத்தாமலேயே கிரியை உண்டாகும். வெள்ளீயம், அலுமினியம் இவற்றுடன் அமிலத்தைச் சேர்த்து உஷ்ணப்படுத்தினால்தான் ஹைடிரஜன் விடுவிக்கப்பெறும். காரீயத்தை அடர் அமிலத்துடன் உஷ்ணப்படுத்தினால் காரீய-குளோரைடும், ஹைடிரஜனும் உண்டாகும். தாமிரத்துடன் நீர்த்த அமிலமாவது, அடர் அமிலமாவது யாதொருவிதமான மாறுதலையும் உண்டாக்குவதில்லை. சாதாரண உப்பு மூல ஆக்ஸைடுகளும், காரங்களும் இவ்வமிலத்துடன் சேர்க்கப்பட்டால், தண்ணீரும் அவ்வுலோக குளோரைடும் உண்டாகும்.

(உ-ம் :) தாமிரக-ஆக்ஸைடு + ஹைடிரோ - குளோரிக அமிலம் → தாமிரக குளோரைடு + தண்ணீர். சோடியம் - ஹைடிராக்ஸைடு + ஹைடிரோ - குளோரிக அமிலம் → சோடியம் - குளோரைடு + தண்ணீர். பிராணவாயு அதிக

முள்ள பர-ஆக்ஸைடு போன்ற பொருள்களுடன் இவ்வமிலம் கிரியை செய்வதனுல் குளோரைடு, தண்ணீர் இவை உண்டாவதுடன் குளோரின் என்ற வாயுவும் விடுவிக்கப் படுகிறது.

மங்கனீசு - டை - ஆக்ஸைடு + ஹைடிரோ - குளோரிக அமிலம் → மங்கனீசு - குளோரைடு + தண்ணீர் + குளோரின் ↑. பொட்டாசியம் - பரமாங்கனேட்டு + ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலம் → பொட்டாசியம் - குளோரைடு + மங்கனீசு - குளோரைடு + தண்ணீர் + குளோரின் ↑. பொட்டாசியம் - டை - குரோமேட்டு + ஹைடிரோ - குளோரிக அமிலம் → பொட்டாசியம் - குளோரைடு + குரோமியம் - குளோரைடு + தண்ணீர் + குளோரின் ↑. இவ்வமிலத்துடன் அல்லது இவ்வமில ஆவிக்குச் சமீபத்தில் நவச்சார திரவத்தில் தோய்த்த கண்ணுடிக் கோலைக் கொண்டுவந்தால் அடர்த்தியான வெண்புகையுடன் அம்மோனியம் - குளோரைடு உண்டாகிறது. ஹைடிரோ - குளோரிக அமிலத்துடன் வெள்ளி - நைட்டிரேட்டுக் கரைசலைச் சேர்த்தால், தயிர் போன்ற வெள்ளை நிற வீழ்படிவு உண்டாகிறது.

கடைசி இரண்டு சோதனைகளும் இவ்வமிலத்தைப் பரீட்சை செய்யும் முறைகளாகும்.

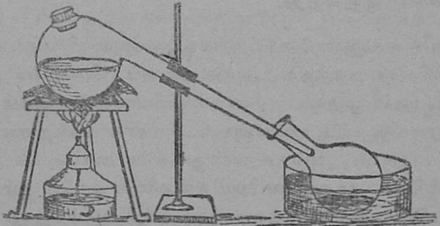
உபயோகங்கள் :— ஹைடிரோ - குளோரிக அமிலம் குளோரைடுகள் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படும். தண்ணீரிலுள்ள விஷக் கிருமிகளை நீக்குவதற்கு உபயோகிக்கும் குளோரின் வாயுவைத் தயாரிப்பதற்கு இவ்வமிலம் உபயோகமாகிறது.

நைட்டிரிக - அமிலம்

சாதாரணமாக, வெடியுப்பு என்ற பொட்டாசியம்-நைட்டிரேட்டு போன்ற நைட்டிரேட்டுகளுடன் அடர் கந்தக அமிலத்தைச் சேர்த்துச் சூடாக்கினுல் நைட்டிரிக அமிலம் உண்டாகும். ஆனுல், இம்முறையில் ரப்பர் அடைப்பான்-

கள், ரப்பர்க் குழாய்கள் முதலிய எவ்வித ரப்பர்க் கருவிகளையும் உபயோகிக்கக் கூடாது. ஏனெனில், அவற்றை அமிலம் தின்றுவிடும்.

பரிசோதனை 27:—250 க. செ. மீ. கொள்ளத்தக்க ஒரு வாலையில் சுமார் 20 கிராம் வெடியுப்பைப் போட்டு அதனுடன் சுமார் 12 க. செ. மீ. அடர் கந்தக அமிலத்தைச் சேர். வாலையின் வாயை மூடி, முக்காலியின் மேலுள்ள கம்பி வலையின்மேல் வைத்துத் தாங்கியில் பொருத்து. வாலையின் குழல்வாயை ஒரு கண்ணாடிக் குடுவையினுள் செலுத்தி, அதைப் பேசினிலுள்ள தண்ணீரில் மிதக்க விடு. வாலையிலுள்ள கலவையை மிதமாகச் சூடாக்கி, வெளிப்படும் ஆவியைக் குடுவையில் குளிரச் செய்.



படம் 254.

பொட்டாசியம் - நைட்டிரேட்டு + கந்தக - அமிலம்→ பொட்டாசியம் - பை-சல்பேட்டு+நைட்டிரிக அமிலம் என்ற கிரியை ஏற்படும். அதிக உஷ்ணமும் அதிகப்படியான வெடியுப்பும் இருந்தால், பொட்டாசியம் - சல்பேட்டும், நைட்டிரிக அமிலமும் உண்டாகும்.

பௌதிக குணங்கள்: நைட்டிரிக அமிலம் நிறமற்றது. எளிதில் அசையும் தன்மையுடையது. காற்றில் புகையும். (அசுத்த அமிலம் நைட்டிரஜன் வாயுவின் ஆக்ஸைடுகளுடன் கலந்திருக்குமாதலால், மஞ்சள் நிறமாயிருக்கும்.)

அதற்குத் தனி வாசனை யுண்டு. காற்றிலுள்ள நீராவியைச் சுலபமாக உறிஞ்சும் சக்தியுள்ளது. தண்ணீருடன் எந்த அளவிலும் கலக்கும். நீரற்ற அமிலத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி 1·56. அது 86° ச.-இல் சிறிது சிதைவடைகிறது. அசுத்த அடர் அமிலத்தில் 78·7% சுத்தமான அமிலந்தான் இருக்கும். அதன் ஒப்பு அடர்த்தி 1·4. அதன் கொதி நிலை 120 ச.

இரசாயன குணங்கள் :— அடர் நைட்டிரிக அமிலம் ஒரு நிலையற்ற கூட்டுப்பொருள். சாதாரண உஷ்ணநிலையிலும் கொஞ்சம் கொஞ்சமாகச் சிதைவுற்று, நைட்டிரஜன்-பர-ஆக்ஸைடு என்ற வாயு விடுவிக்கப்படுவதால் மஞ்சள் அல்லது பழுப்பு நிறத்தை அடைகிறது. உஷ்ணத்தினால் நைட்டிரஜன் - பர - ஆக்ஸைடு, தண்ணீர், ஆக்ஸிஜன் என்று சிதைவுறுகிறது.

அமிலங்களுள் நைட்டிரிக அமிலம் மிகவும் வீரியம் பொருந்தியது. கந்தக அமிலத்தைப் போலவே இதுவும் காகிதம், மரம் முதலியவற்றைக் கரியாக்கும் குணம் வாய்ந்தது. தோலில் பட்டால் மஞ்சள் நிறமான கறையை உண்டாக்கும். தாவர, அங்கக வஸ்துக்களை நைட்டிரிக அமிலம் தின்றுவிடும். சாதாரண அமிலங்களைக் காட்டிலும் அதிகமான உலோகங்களைக் கரைக்கும் சக்தி வாய்ந்தது. மிகவும் நீர்த்த அமிலங்கூட தாமிரத்தைக் கரைக்கும். தங்கம், பிளாட்டினம் இவற்றைத் தவிர மற்ற உலோகங்களும் நைட்டிரிக அமிலத்தில் கரைந்து, நைட்டிரேட்டுக்களை உண்டாக்கும். அவற்றுடன், அமிலம் நீர்த்ததாயிருப்பின் நைட்டிரிக-ஆக்ஸைடும், அடர் அமிலமாயின் நைட்டிரஜன்-பர-ஆக்ஸைடும் வெளியேறும். ஒரு பங்கு அடர் நைட்டிரிக அமிலத்துடன் மூன்று பங்கு அடர் ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலம் கலந்த கலவைக்கு ராஜத்திராவகம் (aqua regia) என்று பெயர். ஏனென்றால், இது பொன், பிளாட்டினம் முதலிய உலோகங்களையும் கரைக்கும் சக்தியுடையது. நைட்டிரிக அமிலம் பலமான ஆக்ஸிகரணியாகும். உதா-

ரணமாக, இவ்வமிலத்துடன் காய்ச்சப்பட்டால், கந்தகம் கந்தக - டை - ஆக்ஸைடாகவும், கார்பன் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடாகவும் ஆக்ஸிகரணம் செய்யப்பெறும். காரங்களுடன் கிரியை செய்வதால், நைட்டிரேட்டும் தண்ணீரும் உண்டாகும். சோடியம் - ஹைடிராக்ஸைடு + நைட்டிரிக அமிலம் → சோடியம்-நைட்டிரேட்டு + தண்ணீர்.

நைட்டிரிக அமிலத்தின் உபயோகங்கள்

அதிகமான உலோகங்களைக் கரைக்கும் சக்தி இவ்வமிலத்துக்கு உண்டு. தாமிரத் தகடுகளில் எழுத்துக்களைச் செதுக்க இது அதிகம் பயன்படுகிறது. கந்தக அமிலம், சாயக் கலப்புகள், வெடிபஞ்சு (gun cotton) முதலியவற்றைத் தயாரிக்கவும், உலோகங்களைத் தாதுக்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கும் முறையிலும் நைட்டிரிக அமிலம் உபயோகப்படுகிறது. மேலும், வெள்ளி-நைட்டிரேட்டையும், வாண வேடிக்கைகளில் உபயோகமாகும் பேரியம், ஸ்ட்ரான்சியம் இவைகளின் நைட்டிரேட்டுக்களையும் தயாரிப்பதற்கும் இவ்வமிலம் பிரயோசனப்படுகிறது.

கந்தக அமிலம்

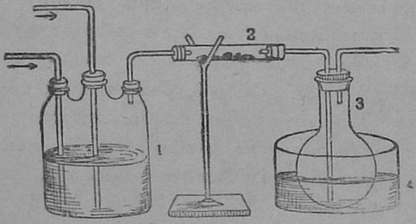
ரசவாதிகளுக்குக் கந்தக அமிலம் புதிய பொருளல்ல. அவர்கள் பச்சைத்துத்தம் (ferrous sulphate or green vitriol) என்ற அயச-சல்பேட்டிலிருந்து, காய்ச்சி வடித்தல் முறையில் இந்த அமிலத்தைத் தயாரித்திருக்கிறார்கள். பச்சைத் துத்தத்திலிருந்து கிடைத்த பொருளாதலால், இவ் அமிலத்துக்குத் "துத்த அமிலம்" (oil of vitriol) என்றும் பெயர் வழங்குகிறது.

தயாரிப்பு :—கந்தக அமிலம் ஏராளமாக (1) பரிச முறை (contact process), (2) காரீய அறைமுறை (lead chamber process) என்ற இரண்டு வழிகளில் தயாரிக்கப்படுகிறது. பரிச முறையில், கந்தக-டை-ஆக்ஸைடைப் பிராணவாயு-

வுடன் பிளாட்டினக் கல்நார் போன்ற கிரியா ஊக்கிகளின் முன்னிலையில் உஷ்ணத்தில் சேர்க்கையுறச் செய்வார்கள். இதனால் கிடைக்கும் கந்தக-திரி-ஆக்ஸைடைத் தண்ணீரில் கரைப்பதினால் கந்தக அமிலத்தைப் பெறலாம். இரண்டாவது முறையான காரீய அறை முறையில், கந்தக-டை-ஆக்ஸைடை நைட்டிரஜனின் ஆக்ஸைடுகளால் ஆக்ஸிகரணம் செய்விப்பதனால் கந்தக-திரி-ஆக்ஸைடு உண்டாகிறது.

பரிச முறை

பரிசோதனை 28 :—படம் 255-இல் காட்டியிருப்பதைப்போல் உபகரணங்களைத் தயார் செய்து கொண்டு, கந்தக-

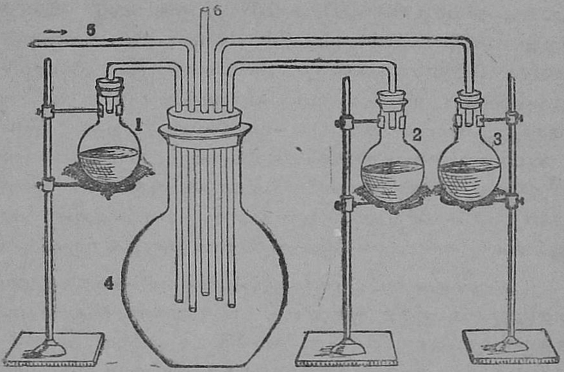


படம் 255.

டை-ஆக்ஸைடு, பிராணவாயு இரண்டையும் வெவ்வேறு உபகரணங்களில் தயாரித்துக் கழுவு சீசாவிலுள்ள (1) கந்தக அமிலத்தின் மூலம் பாய்ச்சி, உலரச்செய்து, இவ்வாயுக்களைக் கட்டிக் குழாயிலுள்ள 400°ச. வரையில் சூடாக்கப்பட்ட பிளாட்டினக் கல்நாரின் (2) மூலமாகச் செலுத்துவதனால், கந்தக-திரி-ஆக்ஸைடு கிடைக்கும். இதைக் கண்ணாடிக் குடுவையில் (3) குளிரச் செய்து திரவமாக்கலாம்.

காரீய அறைமுறை

பரிசோதனை 29 :—சோதனைச் சாலையில் காரீய அறை முறையில் வாணிபத்துக்குத் தயாரிப்பது போலவே,



படம் 256.

ஆனல் குறைந்த அளவில் கந்தக அமிலத்தைத் தயாரிக்க வேண்டிய உபகரணங்கள் 256-ஆம் படத்தில் காட்டப் பட்டுள்ளன.

4 என்ற அகலமான வாயுள்ள பெரிய கண்ணுடிக் குடுவையை ஐந்து போக்குக் குழாய்கள் பொருத்தப் பெற்ற அடைப்பானல் மூடு. ஒரு குழாயைக் கந்தக-டை-ஆக்ஸைடு உண்டாக்கும் குடுவையுடனும், இரண்டாவதை நைட்டிரிக-ஆக்ஸைடை வெளியேற்றும் குடுவையுடனும், மூன்ருவதை நீராவி உற்பத்தி செய்யும் சாதனத்துடனும், நான்காவதை ஊது துருத்தியுடனும் இணே. ஐந்தாவது குழாய் பெரிய குடுவையினின்று அதிகப்படியான வாயுக்களே வெளியேற்ற உபயோகமாகிறது.

கந்தக-டை-ஆக்ஸைடைத் தயாரிக்க, தாமிரம், அடர் கந்தக அமிலம் இரண்டையும் சேர்த்துக் காய்ச்சலாம்; அல்லது ஏதாயினுமொரு சல்பைட்டின்மேல், நீர்த்த ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலத்தின் கிரியையினுலும் தயாரிக்கலாம். தாமிர ஆணிகளே நீர்த்த நைட்டிரிக-அமிலத்-

துடன் காய்ச்சுவதால், நைட்டிரிக-ஆக்ஸைடு கிடைக்-கிறது. குடுவையில் முதலில் கந்தக-டை-ஆக்ஸைடும் தண்ணீரும் சேர்ந்து கந்தச அமிலமாகிறது. நைட்டிரிக-ஆக்ஸைடும் துருத்தியினுல் கொண்டுவரப்பட்ட காற்றும் சேர்ந்து நைட்டிரஜன் - பர - ஆக்ஸைடாகிறது. இப்படி உண்டாகும் நைட்டிரஜன்-பர-ஆக்ஸைடு, பிராணவாயுவை கொடுத்து, கந்தச அமிலத்தைக் கந்தக அமிலமாக ஆக்ஸி-கரணம் செய்கிறது. ஆகையால், நைட்டிரஜன் - பர - ஆக்ஸைடு நைட்டிரிக-ஆக்ஸைடாகக் குறைகிறது.

(அ) கந்தக-டை-ஆக்ஸைடு+தண்ணீர்→கந்தச அமி-லம் (ஆ) நைட்டிரிக ஆக்ஸைடு+பிராணவாயு (காற்றிலுள்-ளது)→நைட்டிரஜன்-பர-ஆக்ஸைடு (இ) கந்தச அமிலம்+நைட்டிரஜன்-பர-ஆக்ஸைடு→கந்தக அமிலம்+நைட்டிரிக-ஆக்ஸைடு.

வாணிப முறையில் கந்தகம், அல்லது அயக் கந்தகக் கல்லை உஷ்ணப்படுத்தி கந்தக-டை-ஆக்ஸைடு தயாரிக்கப்-படுகிறது.

கந்தக அமிலத்தின் குணங்கள்

பௌதிக குணங்கள் :—இது ஒரு நிறமற்ற எண்ணெய் போன்ற திரவம். மிகச் சுத்தமான, காய்ச்சி வடிக்கப்பட்ட அமிலத்தில் 1·5 சதவீதம் தண்ணீர் இருக்கிறது. இதன் ஒப்பு அடர்த்தி 1·84; கொதிநிலை 338° ச.

இரசாயன குணங்கள் :—தண்ணீருடன் கந்தக அமிலம் எந்த அளவிலும் கலக்கும். இவை கலக்கும்போது மிகுந்த உஷ்ணம் உண்டாவதுடன் கலவையின் பருமனிலும் குறைவு ஏற்படுகிறது. சுத்தமான கந்தக அமிலத்தை நீர்த்த அமிலமாகச் செய்யவேண்டுமாயின், ஒரு பாத்திரத்தில் அதிகமான அளவு தண்ணீர் எடுத்துக்கொண்டு, அதில் அமிலத்தைச் சிறுகச் சிறுக ஊற்றவேண்டும். மேலும், கலவையைக் கண்ணுடிக் கோலினுல் கலக்கிக்கொண்டே-

யிருப்பது நலம். அடர்த்தியான அமிலம் அடியில் தங்கி-விடாமல் தண்ணீருடன் கலப்பது அவசியம். பலமான அமிலத்துடன் தண்ணீரைச் சேர்ப்பதால் அதிக உஷ்ண முண்டாகி, மேலே உள்ள தண்ணீர் ஆவியாகி, அமிலத்-தைச் சிதற அடிக்கக்கூடும். ஆகையால், எப்பொழுதும் அமிலத்துடன் தண்ணீரைச் சேர்ப்பது கூடாது. தண்-ணீரை உறிஞ்சும் சக்தி அடர் அமிலத்துக்கு அதிகமாத-லால், அது வாயுக்களை ஈரம் போக்கும் ஒரு இரசாயனப் பொருளாகப் பயன்படுகிறது.

மகனீசயம், நாகம் முதலிய உலோகங்கள் நீர்த்த கந்தக அமிலத்துடன் சேருவதால் அவ்வுலோகங்களின் சல்பேட்டுகள் உண்டாவதுடன் ஹைடிரஜன் வெளியேற்-றப்படுகிறது. அடர் அமிலத்துடன் காய்ச்சப்பட்டால் உலோகங்கள் கந்தக - டை - ஆக்ஸைடை விடுவிக்கும். தாமிரம் நீர்த்த அமிலத்தினுல் பாதிக்கப்படாது. அடர் அமிலத்துடன் தாமிரத்தைச் சேர்த்து உஷ்ணப்படுத்தினுல் தாமிர-சல்பேட்டும், கந்தக-டை-ஆக்ஸைடும், தண்ணீரும் உண்டாகும். காரீயம், பாதரசம், அலுமினியம், வெள்ளி இவைகளும் தாமிரத்தைப்போலவே கந்தக அமிலத்தினுல் பாதிக்கப்படுகின்றன. மாறுதல் ஏற்பட்டால், சல்பேட்டுகள் கரைசலாகக் கிடைக்கின்றன. உலோகங்களின் ஆக்-ஸைடு, ஹைடிராக்ஸைடு, கார்பனேட்டு இவற்றுடன் கந்தக அமிலம் கிரியை செய்வதனுல் அவ்வுலோகங்களின் சல்பேட்டுகளும், தண்ணீரும் உண்டாகும். கார்பனேட்டு-களில் மாத்திரம் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடும் கூட உண்-டாகும். ஈரச் செந்தூரம், பர-ஆக்ஸைடுகள், டை-ஆக்-ஸைடுகள், பொட்டாசியம்-பர-மாங்கனேட்டு, பொட்டா-சியம்-டை-குரோமேட்டு போன்ற பிராணவாயு அதிகமுள்ள பொருள்களுடன் பலமான கந்தக அமிலம் கிரியை செய்வ-தனுல் பிராணவாயு வெளியேற்றப்படும். காரங்களுடன் கந்தக அமிலம் இருவகை உப்புக்களை உண்டாக்குகிறது.

அவை சல்பேட்டு, பை-சல்பேட்டு எனப்படும். ஓரளவு காரத்தின் கரைசலில் அதன் காரத்தை அழிக்கக் கூடிய அமிலத்தைச் சேர்த்தால் சல்பேட்டும், காரமழிப்பதற்குத் தேவையான அளவைப்போல் இருமடங்கு அமிலத்தைச் சேர்த்தால், பை-சல்பேட்டும் உண்டாகும்.

கந்தக அமிலத்தின் உபயோகங்கள்

கந்தக அமிலத்துக்குத் தண்ணீரை உறிஞ்சும் குணம் அதிகமிருப்பதால், அது ஒரு உலர்த்தும் பொருளாகப் பயன்படுகிறது. நைட்டிரிக அமிலம், ஹைடிரோ-குளோரிக-அமிலம், சல்பேட்டுகள் இவற்றைத் தயாரிக்கவும், சோடியம்-கார்பனேட்டு என்ற சலவை உப்புச் செய்வதற்கும் கந்தக அமிலம் உபயோகப்படுகிறது. மேலும், ஆக்ஸிகரணியாகவும், சாயங்கள் தோய்ப்பதிலும், மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யும் வோல்ட்டா கலங்களிலும் கந்தக அமிலம் உபயோகமாகிறது.

கந்தக அமிலத்தின் ஆக்ஸிகரணம் செய்யும் சக்தி

(1) தாமிரம் முதலிய உலோகங்களுடன் கந்தக அமிலத்தைச் சேர்ப்பதால் அமிலம் கந்தக-டை-ஆக்ஸைடாகக் குறைக்கப்பட்டு, தாமிரம் தாமிரக-சல்பேட்டாக ஆக்ஸிகரணம் செய்யப்படுகிறது. (2) கார்பனைக் கந்தக அமிலம், கார்பன் - டை - ஆக்ஸைடாக ஆக்ஸிகரணம் செய்து, தானே கந்தக-டை-ஆக்ஸைடாகக் குறைகிறது. (3) கந்தகம், கந்தக அமிலத்தால் கந்தக-டை-ஆக்ஸைடாக ஆக்ஸிகரணமடைகிறது.

அத்தியாயம் 6

காரங்கள் (Alkalis)

பரிசோதனை 30 :—(1) புட்டியில் எரி-சோடா (caustic soda) குச்சி ரூபமாக இருப்பதைப் பார். குறடு கொண்டு ஒரு குச்சியை எடுத்து, பேனுக்கத்தியால் வெட்டி துண்டு-களாகச் செய். ஒரு துண்டை கண்ணுடிச் சிற்றகலில் வைத்துச் சிறிது நேரம் பொறுத்துப் பார். உடைந்த முனையைச் சோதித்து, குச்சி படிக ரூபமானதா என்று கவனி.

(2) இன்னொரு சிறு துண்டைத் தண்ணீருள்ள சோதனைக் குழாயில் போட்டுக் கரைகிறதா, உஷ்ணம் உண்டாகிறதா என்று பார்.

(3) நீர்த்த கரைசலைக் கையினல் தொட்டு, விரல்-களினல் தேய். சோடாவைப்போல் வழவழப்பாய் இருக்-கிறதா என்று பார்.

(4) ஒரு சோதனைக் குழாயில் முக்கால் பாகத்திற்கு மேல் தண்ணீர் எடுத்துக்கொண்டு, மேற்கண்ட கரைசலில் ஒரு துளி விட்டு ருசி பார்.

(5) லிட்மஸ், மஞ்சள் தாள்களில் ஏற்படும் மாறுதல்-களைச் சோதி.

(6) ஒரு முகவையில் ஏதாவது ஒரு நீர்த்த அமிலத்தில் சிறிது எடுத்துக்கொண்டு, லிட்மஸ் கரைசலில் இரண்டு மூன்று துளிகள் விடு. நிறம் சிவப்பாயிருக்கும். இதில் எரிசோடாக் கரைசலைக் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக நிறம் ஊதாவாக மாறும் வரையில் விடு. முகவையைத் தொட்டுப் பார்த்து, உஷ்ணம் ஏற்பட்டிருக்கிறதா என்று தெரிந்து-கொள்.

(7) எரி-சோடாக் கரைசலுடன் கொஞ்சம் தேங்காய் எண்ணெய், அல்லது ஒலிவ எண்ணெய் (olive oil) சேர்த்-துக் கலக்கு. எண்ணெய் கரைவதைப் பார்.

(8) எரி-சோடாவின் பலமான கரைசலில் நாகத்தை-யும் அலுமினியத்தையும் தனித்தனியாகப் போட்டுக்-காய்ச்சி, ஹைடிரஜன் வருகிறதா என்று சோதி.

மேற்சொன்ன சோதனைகளை எரி - பொட்டாசுடனும் செய்.

பரிசோதனை 31 :—(1) நவச்சார திரவம் உள்ள புட்டி-யைச் சாக்கிரதையாகத் திறந்து, அதை ஒரு விநாடி முகர்ந்து பார்த்து மூடிவிடு. அதன் மணம் மிகக் காரமுள்-ளது. அதைத் தொட்டால் வழவழப்பாயிருக்கிறது. அதன் ருசி எப்படியிருக்கிறது ?

(2) சிறிதளவு திரவத்தை அகலில் சுண்டச் செய்து, வாயுவின் வாசனையைக் கவனி.

(3) லிட்மஸ், மஞ்சள் தாள்கள் எப்படி மாறு-கின்றன ?

(4) சோதனை 30-இல் உள்ள ஆருவது சோதனையை அமிலத்துடனும், நவச்சாரத் திரவத்துடனும் செய்.

பரிசோதனை 32 :—(1) பாதி தண்ணீருள்ள சோதனைக் குழாயில் சிறிது நீற்றுச் சுண்ணும்பைப் போட்டுக்குலுக்கி, கரைகிறதா என்று பார். வடிகட்டி, ஒரு தகழியில் வடி-கட்டிய நீரைச் சுண்டக் காய்ச்சினல் வெண்மையான பதார்த்தம் ஒன்று அடியில் தங்கியிருப்பதைக் காணலாம். ஆகவே, நீற்றுச் சுண்ணும்பு தண்ணீரில் சிறிதளவு கரை-கிறது. நீற்றுச் சுண்ணும்பின் கரைசலுக்குச் சுண்ணும்பு நீர் என்று பெயர்.

(2) லிட்மஸ், மஞ்சள் தாள்கள் நீற்றுச் சுண்ணும்பி-ஞல் எப்படி மாறுகின்றன ?

(3) சோதனை 30-இல் உள்ள ஆருவது சோதனையை, அமிலத்தையும் சுண்ணும்பு நீரைக்கொண்டும் செய்து பார்.

காரங்களின் குணங்கள் :—(1) இவை சிவப்பு லிட்மஸை ஊதாவாகவும், மஞ்சள் தாளைச் செம்பழுப்பு நிறமாகவும் மாற்றும். (2) இவற்றின் கரைசல்கள் கைக்கு வழவழப்பாக இருக்கும். (3) இவை காரமான ருசியை உடையன. (4) இவைகளில் எண்ணெய் கரையும்.

எரி-சோடாவும், எரி-பொட்டாசும்

இவை வெண்மையான திடப்பொருள்கள். இவை நீர் உறிஞ்சுகின்ற பதார்த்தங்கள். உடைந்த முனைகளைச் சோதித்தால் இவைகள் படிக ரூபத்தை உடையன என்பது தெரியும். இவை தண்ணீரில் கரையும்போது உஷ்ணம் உண்டாகிறது. இவைகளுக்குக் காரங்களின் குணங்கள் உண்டு. இவைகளின் கரைசல்களில் எண்ணெய் கரைகிறது. உஷ்ணப்படுத்தினால் இவைகள் உருகும். மிகவும் பலவீனமான கரைசல்கூட காரமான ருசியை உடையது. இவை தோலையும், காகிதத்தையும், துணியையும் நாசமாக்கும். ஆகையினால், இவைகளுக்கு 'எரி-காரங்கள்' என்று பெயர். சில உலோகங்கள் இவைகளுடன் கிரியை செய்யும்போது ஹைடிரஜன் வெளிவரும். இவைகளை அமிலங்களுடன் கலந்தால், வெளிப்பார்வைக்கு ஒன்றும் தோன்றாவிட்டாலும் உஷ்ணம் உண்டாவதிலிருந்து இரசாயன மாறுதல் ஏற்படுகிறதென்று நாம் ஊகிக்கலாம். இவைகள் அமிலங்களுடன் நடுநிலையாக்கப் பட்டால் (neutralise), உப்புக்களும் (salts), தண்ணீரும் உண்டாகின்றன.

குறிப்பு :—சலவை-உப்பும் (Sodium carbonate or washing soda), பொட்டாசியம்-கார்பனேட்டும் (potassium carbonate) மென் காரங்கள் என்று கூறப்படும். ஏனென்றால், (1) இவை காரங்களைப்போல் வழவழப்பாயிருக்கின்றன; (2) இவைகளின் கரைசல்கள் சிவப்பு லிட்மஸை ஊதாவாக மாற்றும் குணமுடையவை. ஆனால், இவைகள் எரி-காரங்களைப்போல் தோலையாவது, காகிதத்தையாவது

அழிப்பது கிடையாது. உண்மையில், இவைகள் காரங்களல்ல. ஏனென்ருல், இவைகள் அமிலங்களுடன் நடுநிலையாக்கப்பட்டால் தண்ணீரையும் உப்புக்களையும் தவிர, கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடையும் வெளிவிடுகின்றன.

ஒரு பதார்த்தத்தின் கரைசல் சிவுப்பு லிட்மஸை ஊதாவாக மாற்றினல், அது கார-குணக்கிரியை (alkaline-reaction) உடையது என்று சொல்லவேண்டும்.

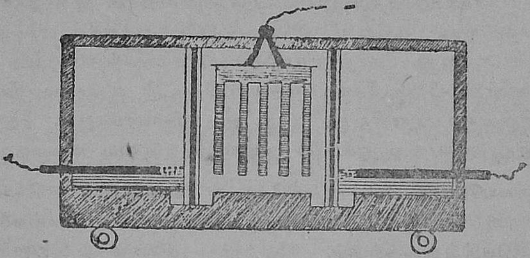
நவச்சார திரவம் :— இத்திரவம் உள்ள சீசாவின் அடைப்பானைத் திறந்தால் கார-குணமுள்ள நவச்சார ஆவி வெளிவரும். திரவத்தை உஷ்ணப்படுத்தினலும் இவ்வாயு வெளிவரும். இத் திரவத்திற்குக் காரங்களின் குணங்கள் உண்டு.

சுண்ணும்பு நீர் :—தண்ணீரில் நீற்றுச் சுண்ணும்பின் கரைசலுக்குச் சுண்ணும்பு நீர் என்று பெயர். இதற்குக் காரங்களின் குணங்கள் எல்லாம் உண்டு.

சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு, அல்லது எரி-சோடா தயாரித்தல்

சோடியம் தண்ணீரில் கரைவதனல் சிறிதளவு சோடியம்-ஹைடிராக்ஸைடு உண்டாகிறது. சோதனைச் சாலையில் எரி-சோடா தயாரிக்க, சலவை-உப்பு என்ற சோடியம்-கார்பனேட்டுக் கரைசலுடன் சுண்ணும்பு நீரைக் கலந்தால் கால்ஸியம்-கார்பனேட்டு வீழ்ப்படிவாகி, சோடியம்-ஹைடிராக்ஸைடு கரைசலாகக் கிடைக்கிறது. இக் கரைசலை உஷ்ணப்படுத்தி எரி-சோடாவைத் திடப்பதார்த்தமாகப் பெறலாம். வியாபாரத்துக்காக காஸ்ட்னர் கெல்னர் (Castner-kellner) முறையில் சாதாரண உப்புக் கரைசலின் மின்னுற் பகுப்பினல் சுத்தமான சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு தயாரிக்கப்படுகிறது.

இம் முறையில் 257-ஆம் படத்தில் காட்டியது போலுள்ள பாத்திரம் ஸ்லேட்டினுல் (பலப்பக் கற்பலகை)



படம் 257.

மூன்று பாகங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இப்பலகைகள் பாத்திரத்தின் அடிவரையில் செல்லாமல் சிறிது மேலேயே நிற்கும்படி பலகைகளிலுள்ள பள்ளத்தில் செருகப்பட்டிருக்கின்றன. இரு முனைகளிலுமுள்ள பாகத்தில் சாதாரண உப்புக் கரைசலும் கார்பன்-மின்-துருவங்களும் உள்ளன. மத்தியிலுள்ள அறையில் எதிர்-மின்-வாயான இரும்புக்கோல் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. பாத்திரத்தின் அடிப்பாகத்தில் பாதரசம் இருக்கும். இதனால், அறைகளிலுள்ள திரவங்கள் ஒன்றோடொன்று கலக்கவொட்டாமல் தடுக்கப்படுகின்றன. மின்னாற் பகுப்பால் சாதாரண உப்புக்கரைசல் சோடியம், குளோரின் எனப்பிரிகிறது. குளோரின் நேர்-மின் வாயில் வெளியாகிக் குழாய்கள் மூலமாக வெளியேற்றப்படுகிறது. சோடியமோவெனில் பாதரசத்துடன் ரசக் கலவையாகிப் பாத்திரத்தை அசைப்பதனால், மத்தியிலுள்ள அறையை அடைகிறது. இதிலுள்ள தண்ணீருடன் சோடியம் கிரியை செய்வதனால் எதிர் - மின் - வாயில் ஹைடிரஜன் வெளியேறுவதுடன், மத்திய அறையில் சோடியம்-ஹைடிராக்ஸைடு உண்டாகிறது. இக்கரைசல் இரும்பு வாணலிகளில் போட்டுக் காய்ச்சிக் குச்சிகளாக வார்க்கப்படுகிறது.

சோடியம்-ஹைடிராக்ஸைடு ஒரு பலமான நீர் உறிஞ்சும் பொருளாகும். தண்ணீரில் கரையும்போது அதிக உஷ்ணம் உண்டாகிறது. காற்றுப்படும்படியாக வைத்தால், முதலில் திரவமாகி, பிறகு சோடியம்-கார்பனேட்டு என்னும் திடப்-பொருளாக மாறுகிறது. இது ஒரு எரி-காரமாகும். தோல், மரம் முதலிய வஸ்துக்களை அழிக்கும் தன்மை வாய்ந்தது.

உபயோகங்கள் :— எரிசோடா சோப்புகள் செய்வ-தற்கும், காகிதம் செய்வதற்கும், சில எண்ணெய்களைச் சுத்தப்படுத்துவதற்கும், மேலும் அனேக இரசாயன முறைகளிலும் ஏராளமாக உபயோகப்படுகிறது.

சோடியம்-கார்பனேட்டு (சலவை-உப்பு) தயாரிப்பு

சோடியம்-குளோரைடு என்ற சாதாரண உப்பி-லிருந்து மூன்று முறைகளில் சலவை-உப்பு தயாரிக்கப்-படுகிறது. அவை :— (1) லெப்லாங்க் முறை (Leblanc process). (2) அம்மோனியா-சோடா, அல்லது சால்வே முறை (Ammonia-soda or Solway process). (3) மின்னாற் பகுப்பு முறை என்பனவாம்.

லெப்லாங்க் முறை :—இம்முறையில் மூன்று படிகள் உண்டு. (1) முதலில் சாதாரண உப்பைக் கந்தக அமிலத்-துடன் காய்ச்சி, சோடியம்-சல்பேட்டு உண்டாக்குவது. இம்முறைக்குப் பணியார முறை (salt-cake-process) என்றும் பெயருண்டு. இப் பணியாரம் பெரிய வார்ப்பட வாணலிகளில் காய்ச்சப்படும். (2) இப்படிக் கிடைக்கும் சோடியம்-சல்பேட்டைக் கார்பனுடன் சேர்த்துச் சூடாக்கிச் சோடியம்-சல்பைடாக மாற்றுதல். (3) கடைசியாக, இச் சோடியம்-சல்பைடைச் சீமைச் சுண்ணும்புடன் சேர்த்து அதிகமான உஷ்ணத்துக்கு உட்படுத்துவது. இதனுல் இரசாயன இரட்டைச் சிதைவு உண்டாகி, கால்ஸியம்-சல்பைடும், சோடியம்-கார்பனேட்டும் கிடைக்கின்றன. இக்கலவைக்கு ‘ கரிச் சாம்பல் ’ (black ash) எனப் பெயர்.

இக்கலவையைத் தண்ணீரில் கரைத்தால் சோடியம்-கார்பனேட்டு மாத்திரம் கரையும். இக்கரைசலிலிருந்து சலவை-உப்புப் படிகங்களைப் பெறலாம்.

அம்மோனியா சோடா, அல்லது சால்வே முறை :—இம்முறை குறைந்த செலவில் சலவை உப்பு தயாரிப்பதற்குப் பயன்படும். சாதாரண உப்பின் அடர் கரைசலில் பூரிதமாகும் வரையில் அம்மோனியா வாயுவை (நவச்சார ஆவி) பாய்ச்சி, பிறகு அதனுள் மிதமான அமுக்கத்தில் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடைப் பாய்ச்சவேண்டும். இப்பொழுது சோடியம்-பை-கார்பனேட்டும், அம்மோனியம்-குளோரைடும் உண்டாகின்றன. இவற்றில் முன்னது குறைவான கரைதிறனை உடையதாகையால் வீழ்ப்படிவாகிறது. அதைத் தனிப்படுத்தி உஷ்ணப்படுத்தினால் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு வெளியேறி, சோடியம்-கார்பனேட்டு கிடைக்கின்றது. இம்முறையில் செலவு மிகக் குறைவாயிருப்பதுமின்றி, கிடைக்கும் சலவை-உப்பு மிகவும் சுத்தமாயுமிருக்கும். மேலும், வெளியேறும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை மறுபடியும் உபயோகப்படுத்தலாம்.

மின்னாற் பகுப்பு முறை :—காஸ்ட்னர்-கெல்னர் முறைப்படி சாதாரண உப்பிலிருந்து சோடியம்-ஹைடிராக்ஸைடு தயார் செய்து, அதனுள் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடைப் பாய்ச்சினால் சோடியம்-கார்பனேட்டு கிடைக்கும்.

சலவை உப்பின் குணங்கள் :—காற்றுப்படும்படி வைத்தால் சலவை-உப்பு படிக நீரைத் துறந்து தூள் பூக்கும். உஷ்ணத்தினாலும் படிக நீரை இழந்து படிக உருவற்ற சலவை உப்பாக மாறும். இது கார-குணமுள்ளது.

சலவை உப்பின் உபயோகங்கள் :—கண்ணாடி, சோப்பு முதலியவை செய்வதற்கும், சாமான்களைச் சுத்தப்படுத்தவும், சலவை-உப்பிலிருந்து சோடியத்தின் மற்ற உப்புக்களைத் தயாரிக்கவும் உபயோகப்படுகின்றது.

முன்னரே கூறியபடி சோடியம்-ஹைடிராக்ஸைடு அல்லது எரி-சோடா, எரிகாரத்திற்கு உதாரணம். அதே-போலச் சோடியம்-கார்பனேட்டு, மிதகாரத்துக்கு உதா-ரணமாகும். இவ்விரண்டுக்கும் உள்ள ஒற்றுமை வேற்று-மைகளைக் கவனிப்போம்.

ஒற்றுமைகள் :—(1) இரண்டும் வெள்ளைநிறமான திடப்-பொருள்கள். (2) இரண்டும் தண்ணீரில் சுலபமாகக் கரை-யும். (3) இரண்டிற்கும் கார-குணம் உண்டு. (4) இரண்டின் கரைசல்களும் சோப்பைப் போல் வழவழப்பானவை. (5) இரண்டும் அமிலங்களை நடுநிலையாக்கி, உப்புக்களை உண்டாக்கும். (6) அவை உஷ்ணத்தினல் பாதிக்கப்படா. (7) மேலும், இரண்டும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை உறிஞ்சி, சோடியம்-பை-கார்பனேட்டு என்ற ரொட்டி-உப்பை உண்-டாக்கும்.

வேற்றுமைகள்

	எரி-சோடா	சலவை-உப்பு
1.	படிக வடிவமற்றது. குச்சி ரூபமாயுள்ளது.	படிக வடிவமுள்ளது.
2.	தண்ணீரில் கரையும்போது ஏராளமான வெப்பத்தை வெளிப்படுத்தும்.	தண்ணீரில் கரைவதனல் வெப்பம் உண்டாவதில்லை.
3.	பலமுள்ளதாயின் தோலை அரிக்கும் தன்மையுடை-யது.	தோலைப் புண்படுத்தாது.
4.	நீர்த்த அமிலங்களுடன் கூடினல், உப்பு உண்டா-கும். வாயு எதுவும் விடு-விக்கப்படுவதில்லை.	அமிலங்களுடன் சேர்ந்தால் உப்புக்கள் உண்டாவதுடன் கார்பன் - டை - ஆக்ஸைடும் விடுவிக்கப்படுகிறது.
5.	நீர் உறிஞ்சும் குணம் வாய்ந்தது.	பூக்கும் தன்மையுள்ளது.
6.	துத்தநாகம், அல்லது அலு-மினியம் தூளுடன் காய்ச்-சினல் ஹைடிரஜன் உண்-டாகும்.	துத்தநாகம், அலுமினியத்து-டன் ஹைடிரஜன் விடுவிப்ப-தில்லை.

அத்தியாயம் 7

உப்புக்கள் (Salts)

பரிசோதனை 33 :—ஒரு பியூரெட்டில் நீர்த்த ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலத்தை வார்த்துத் தயார் செய். ஒரு முகவையில் எரி-சோடாக் கரைசலைக் கொஞ்சம் எடுத்துக்-கொண்டு அதில் சில துளி லிட்மஸ் கரைசலை வார். இப்-போது நிறம் ஊதாவக இருக்கிறதல்லவா? முகவையை பியூரெட்டின் அடியில் வைத்து, பியூரெட்டைத் திறந்து கொஞ்சம் அமிலத்தைச் சேர். கண்ணுடிக் கோலினுல் கலவையைக் கலக்கு. அப்போது ஊதா நிறம் மாறவில்லை. அந்த நிறம் சிவப்பாக மாறும் வரையில் கொஞ்சங் கொஞ்சமாக அமிலத்தைச் சேர்த்துக் கலவையைக் கண்-ணுடிக் கோலால் கலக்கு.

இப்பொழுது கலவை அமிலம், காரம் இரண்டின் குணங்களுமில்லாமல் இருக்கும். ஒரு தகழியில் சிறிதளவு இக்கலவையை ஊற்றி, படிகம் தோன்றும் வரையில் உஷ்ணப்படுத்து. தகழி குளிர்ந்தபின் அதிலுள்ள படிகங்-களின் வடிவத்தை லென்ஸினுல் கவனி. அவற்றின் நிறம், ருசி முதலியவற்றைப் பார். படிகங்களின் சிலவற்றைத் தண்ணீரில் கரைத்து, அதனுடன் வெள்ளி-நைட்டுரேட்டுக் கரைசலைச் சேர். உடனே தயிர்போன்ற வெள்ளை நிற வீழ்-படிவு உண்டாவதைக் கவனி. மேற்சொன்ன சோதனை-களிலிருந்து படிகங்கள் சாதாரண உப்பு என்ற சோடியம்-குளோரைடு என்று அறியலாம். ஹைடிரோ - குளோரிக அமிலமும், எரி-சோடாக் கரைசலும் நடுநிலையாக்கப்படுவ-தால், சோடியம்-குளோரைடும் தண்ணீரும் கிடைக்-கின்றன.

இம்மாதிரியாகவே, எரி-சோடாக் கரைசல் கந்தக அமிலத்துடனும், நைட்டிரிக - அமிலத்துடனும் நடுநிலை-யாக்கப்பட்டால், முறையே சோடியம்-சல்பேட்டு, சோடியம்-

நைட்டிரேட்டு என்ற பொருள்கள் கிடைக்கின்றன. ஒரு அமிலமும் காரமும் நடுநிலையாக்கப்படுவதனால் கிடைக்கும் பொருளுக்கு உப்பு என்று பெயர். கலவை நடுநிலை அடைவதைக் குறிக்க உபயோகிக்கப்படும் லிட்மஸ் கரைசல் காட்டி என்று வழங்கப்படும்.

உப்புக்களின் பெயர்கள், எந்த அமிலத்தையும், காரத்தையும் சேர்க்கிருேமோ அவற்றின் பெயர்களைப் பொறுத்தது. எரி-சோடாவிலிருந்து கிடைக்கும் உப்புக்களுக்குச் சோடியம்-உப்புக்கள் என்றும், எரி-பொட்டாசியத்திலிருந்து கிடைப்பவற்றுக்குப் பொட்டாசியம்-உப்புக்கள் என்றும் பெயர். மேலும், ஹைடிரோ - குளோரிக அமிலத்திலிருந்து உண்டாகும் உப்புக்கள் குளோரைடுகள் என்றும், கந்தக அமிலத்திலிருந்து உண்டானவை சல்பேட்டுகள் என்றும், நைட்டிரிக-அமிலத்திலிருந்து கிடைப்பவை நைட்ரேட்டுகள் என்றும் வழங்கும்.

உப்புக்கள் தயாரிப்பதற்கு வேறு முறைகளுமுண்டு. ஓர் உலோகம், உலோக ஆக்ஸைடு, ஹைடிராக்ஸைடு போன்ற பொருள்கள் தகுந்த அமிலங்களுடன் கிரியை செய்வதால் உப்புக்கள் கிடைக்கும். உதாரணமாக, நாகம் ஹைடிரோ - குளோரிக அமிலத்தில் கரைவதால் நாக குளோரைடு கிடைக்கிறது.

நாகம் + ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலம் → நாக-குளோரைடு + ஹைடிரஜன் ↑.

தாமிர-ஆக்ஸைடு + கந்தக அமிலம் → தாமிர-சல்பேட்டு + தண்ணீர்.

தாமிர-ஹைடிராக்ஸைடு + கந்தக அமிலம் → தாமிர-சல்பேட்டு + தண்ணீர்.

அத்தியாயம் 8

சாதாரண உப்பும், அதன் இனப் பண்டங்களும்

காற்று, தண்ணீர் இவற்றுக்கு அடுத்தபடியாக வாழ்க்கைக்கு மிகவும் அவசியமான பொருள் சாதாரண உப்பு. மனிதனுடைய உணவில் சாதாரண உப்பு அவசியமாயிருப்பது மாத்திரமின்றி, அனேக உபயோகமுள்ள பொருள்கள் தயாரிப்பதற்கும் அது பயன்படுகின்றது. சாதாரண உப்பு என்ற சோடியம் - குளோரைடு கடல் நீரில் சுமார் 2 முதல் 3 சதவீதம் கரைந்துள்ளது. மேலும், பூமி மட்டத்துக்கு அடியில் பாறைகளாக இந்துப்பு (rock salt) அனேக இடங்களில் காணப்படுகிறது. பண்டைக் காலங்களில் இருந்த கடல்களும், உப்பு நீர் ஏரிகளும் வறண்டுபோன இடங்களில் அதிக ஆழமான பாறைகளாகக் கிடைக்கின்றது.

படம் 258. உப்பளம்.

உஷ்ணப் பிரதேசங்களில் கடல் நீரைப் பாத்திகளில் தேக்கி, சூரிய வெப்பத்தினுல் தண்ணீர் ஆவியாக மாறிய-பின், மீதியுள்ள உப்பைச் சேகரிப்பார்கள். இம்மாதிரி

கிடைக்கும் உப்பு அசுத்தமானது. முக்கியமான அசுத்தம் மகனீசயம் - குளோரைடாகும். சுத்தமான உப்புக்கு நீர் உறிஞ்சும் தன்மை கிடையாது. ஆனால், அசுத்தமான உப்புக்கு இக்குணம் இருப்பது மகனீசயம்-குளோரைடு சேர்ந்து இருப்பதுதான்.

இந்துப்பைச் சில இடங்களில் வெட்டி யெடுப்பார்கள். மற்றும் சில இடங்களில் பாறைகளில் துளைகள் போட்டு, அவற்றின் மூலமாகத் தண்ணீரைச் செலுத்தி, உப்பைக்-கரையச் செய்வார்கள். இக்கரைசலைப் பம்ப்பின் உதவி-யால் வெளியெடுத்து, அடுப்பில் காய்ச்சுவதனாலோ அல்லது சூரிய வெப்பத்தின் உதவியினாலோ ஆவியாக்கி, அதிலிருந்து உப்பைத் தயாரிக்கிறார்கள். இந்துப்பு, சாதாரண உப்பு இவற்றிலுள்ள அன்னியப் பொருள்களை நீக்கிய பிறகு கிடைக்கும் சுத்தமான உப்பு 'டேபிள் உப்பு' எனப்படும்.

இரசாயனச் சாலையில் எரி - சோடா, ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலம் இவற்றைச் சேர்த்து நடுநிலையாக்கு-வதனால் சுத்தமான சோடியம்-குளோரைடைத் தயாரிக்க-லாம்; அல்லது, சோடியம்-கார்பனேட்டு என்ற சலவை-உப்புடன் ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலத்தைச் சேர்ப்பத-னாலும் சாதாரண உப்பு கிடைக்கும். அசுத்தமான உப்பி-லிருந்து சுத்தமான உப்பைப் பின்வருமாறு அடையலாம். அடர் உப்புக் கரைசல் செய்து, அதைத் தெளியவைத்துப் பிறகு தெளிவான கரைசலில் சுத்தமான ஹைடிரஜன் குளோரைடு வாயுவைப் பாய்ச்சினால் சுத்தமான உப்பு சிறு படிகங்களாக வீழ்ப்படிவு அடையும். இவ்வீழ்ப் படிவை வடிகட்டி, அடர் ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலத்துடன் சேர்த்துக் காய்ச்சி ஆவியாக்கினால், அமிலமும் தண்ணீரும் ஆவியாக வெளியேறி, சுத்தமான உப்பு கிடைக்கும்.

சாதாரண உப்பின் உபயோகங்கள் :—வீடுகளில் சமை-யல் செய்வதற்கு உப்பு உபயோகப்படுகிறது. உணவும்

பொருள் கெடாமல் பாதுகாப்பதற்கு உப்பு மிகவும் பயன்படுகிறது. ஊறுகாய்கள், சில காய்கறிகள், மீன் முதலியவைகளை உப்பைப் போட்டு உலர்த்தி, வெகு நாட்கள் கெடாமல் வைத்திருப்பது யாவரும் அறிந்ததே. மேலும், இரசாயனச்சாலையில் அதிகமாக உபயோகமாகும் பல இரசாயனப் பண்டங்களைத் தயாரிப்பதில் உப்பு முதற் பொருளாகிறது. உதாரணமாக, உப்பிலிருந்தே சலவை-உப்பு என்ற சோடியம்-கார்பனேட்டு, ரொட்டி-உப்பு என்ற சோடியம்-பை-கார்பனேட்டு, சோடியம்-ஹைடிராக்ஸைடு, குளோரின், ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலம் முதலியன தயாரிக்கப்படுகின்றன.

குளோரின்

சோதனைச்சாலையிலும், வாணிப முறையிலும் மங்கனீசு - டை - ஆக்ஸைடு, ஹைடிரோ - குளோரிக அமிலம், இவற்றின் சேர்க்கையால் குளோரின் தயாரிக்கப்படுகிறது. இந்த இரசாயனக் கிரியையில் தண்ணீர், மங்கனீசு-குளோரைடு, குளோரின்—இம்மூன்றும் உண்டாகின்றன. மங்கனீசு-டை-ஆக்ஸைடுக்குப் பதிலாக, ஈயச் செந்தூரம், பொட்டாசியம் - பர - மாங்கனேட்டு, பொட்டாசியம் - டை-குரோமேட்டு, சலவைத் தூள் போன்ற பிராணவாயு அதிகமுள்ள வேறு எந்தப் பொருளையும் உபயோகிக்கலாம்.

(1) பொட்டாசியம் - பர - மாங்கனேட்டு + ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலம் → பொட்டாசியம் - குளோரைடு + மங்கனீசு - குளோரைடு + தண்ணீர் + குளோரின் ↑. பொட்டாசியம் - டை - குரோமேட்டு + ஹைடிரோ - குளோரிக அமிலம் → பொட்டாசியம் - குளோரைடு + குரோமியம் - குளோரைடு + தண்ணீர் + குளோரின் ↑.

(2) டீக்கன்முறை (Deacon's process) :—வாணிபத்துக்கு வேண்டிய அளவில் கீழ்க்கண்டபடி குளோரின் தயாரிக்கப்படுகிறது. காற்றும், ஹைடிரஜன் - குளோ-

ரைடும் கொண்ட கலவையைத் தாமிர-சல்பேட்டுக் கரை-சலில் ஊறவைத்த செங்கற்களை உஷ்ணப்படுத்தி, அவற்-றின்மேல் பாய்ச்சினுல், காற்றிலுள்ள பிராணவாயு ஹைடிரஜனுடன் கூடித் தண்ணீர் உண்டாகி, குளோரின் வெளியேறுகிறது.

பிராணவாயு + ஹைடிரஜன் - குளோரைடு→தண்ணீர் +குளோரின் ↑.

இம்முறையில் உபயோகிக்கப்படும் தாமிர - சல்பேட்டு யாதொரு மாறுதலும் அடைவதில்லை. ஆனுல், அது ஒரு கிரியா-ஊக்கியாக வேலை செய்கிறது. அதை 400° ச. வரையில் சூடாக்கவேண்டும்.

(3) பரிசோதனைச் சாலையில் சோடியம், அல்லது பொட்டாசியம் - குளோரைடு, மங்கனீசு-டை-ஆக்ஸைடு இவற்றைக் கலந்து, அவற்றுடன் சம அளவு தண்ணீர் கலந்த அடர் கந்தக-அமிலத்தைச் சேர்த்து உஷ்ணப் படுத்துவதனுல் குளோரின் தயாரிக்கலாம்.

பரிசோதனை 34:— ஹைடிரஜன்-குளோரைடு தயாரிப்-பதற்கு உபயோகித்த ஆய் கருவிகளையே இதற்கும் உபயோகப்படுத்தலாம். சரி எடையுள்ள சாதாரண உப்பு (சோடியம் - குளோரைடு), மங்கனீசு - டை - ஆக்ஸைடு இரண்டையும் கலந்து, கண்ணுடிக் குடுவையில் போட்டு, நீள விரிபுனல் மூலமாகப் பலமான கந்தக - அமிலத்தை ஊற்று. பிறகு, சாக்கிரதையாகக் குடுவையை உஷ்ணப் படுத்திஞல் ஏராளமான குளோரின் போக்குக் குழாயின் வழியாக வெளிப்படுகிறது. இதைக் கண்ணுடி ஜாடிகளில் கீழ் முகப் பெயர்ச்சி மூலமாக நிரப்பிக்கொள். குளோரின் வாயுவை உலரச்செய்ய அடர் கந்தக அமிலத்தில் தோய்த்த உடைந்த கண்ணுடித் துண்டுகள், அல்லது பமிஸ் (pumice) கற்கள் உள்ள கண்ணுடிக் குப்பிகள் மூலமாகப் பாய்ச்சு.

இச்சோதனையில் முதலில் சோடியம் சல்பேட்டும், ஹைடிரஜன்-குளோரைடும் உண்டாகின்றன. அடுத்தபடியாக முதலில் உண்டான ஹைடிரஜன்-குளோரைடு, மங்கனீசு-டை-ஆக்ஸைடுடன் கூடி மங்கனீசு-குளோரைடு, தண்ணீர், குளோரின் இவை உண்டாகின்றன. இந்த மங்கனீசு - குளோரைடும், கந்தக அமிலமும் சேர்ந்து மங்கனீசு - சல்பேட்டும், ஹைடிரஜன் - குளோரைடும் உண்டாகின்றன. இப்படி உண்டாகும் ஹைடிரஜன் - குளோரைடு இன்னும் கொஞ்சம் மங்கனீசு-டை-ஆக்ஸைடின்மேல் கிரியை செய்து, குளோரினை விடுவிக்கிறது. ஆகவே, இவ்வித மாறுதல்களின் பயனாக மங்கனீசு-சல்பேட்டு, சோடியம்-சல்பேட்டு, தண்ணீர், குளோரின் இவை நான்கும் உண்டாகின்றன.

(அ) சோடியம் - குளோரைடு + கந்தக - அமிலம் → சோடியம்-சல்பேட்டு + ஹைடிரஜன்-குளோரைடு.

(ஆ) மங்கனீசு-டை-ஆக்ஸைடு+ஹைடிரஜன்-குளோரைடு → மங்கனீசு - குளோரைடு + தண்ணீர் + குளோரின் ↑.

(இ) மங்கனீசு - குளோரைடு + கந்தக - அமிலம் → மங்கனீசு-சல்பேட்டு+ஹைடிரஜன்-குளோரைடு.

(ஈ) ஆ-வில் உள்ளது போலவே.

மேற்கூறிய முறையில் குளோரினை அனேக ஜாடிகளில் நிரப்பி, பின்வரும் சோதனைகளைச் செய்.

(1) இவ்வாயுவின் நிறம், மணம், கரைதிறன்—இவற்றைக் காண்.

(2) குளோரின் நிறைந்த ஜாடியைத் தலைகீழாக, ஹைடிரஜன் ஜாடியின்மேல் கவிழ்த்து, இரு வாயுக்களும் நன்றாகக் கலந்தபின், ஜாடிகளைத் தனியே எடுத்துச் சூரிய வெளிச்சம் படும்படி செய்தால், உடனே வெடிச் சப்தம்

உண்டாவதுடன் ஹைடிரஜன் - குளோரைடு உண்டாகியிருப்பதைக் காணலாம்.

(3) மற்ருெரு குளோரின் நிறைந்த ஜாடியில் அன்டிமனி (antimony) தூளைத் தூவு.

(4) தனித்தனி குளோரின் நிறைந்த ஜாடிகளில் எரியும் சோடியம், எரியும் மஞ்சள் பாஸ்வரம், சூடான கர்ப்பூரத் தைலத்தில் தோய்த்த வடிதாள் இவற்றைச் செலுத்திஞல் என்ன நேருகின்றது என்று பார்.

(5) ஒரு ஜாடியில் ஈரமான நிறமுள்ள புஷ்பங்கள், மையினுல் எழுதிய காகிதம், ஈரமான அச்செழுத்துள்ள காகிதம் இவற்றைப் போட்டுக் கவனி.

குளோரினின் பௌதிக குணங்கள் :—குளோரின் பச்சை கலந்த மஞ்சள் நிறமுள்ள வாயு. மூக்கு, தொண்டை இவற்றிலுள்ள சவ்வைக் கரகர வென்று அறுத்து, மூச்சுத் திணறலை உண்டாக்கும். இவ்வாயுவானது காற்றைப்போல் $2\frac{1}{2}$ மடங்கு எடையுள்ளது. இது தண்ணீரில் சுலபமாகக் கரையும். இதன் பூரிதக் கரைசல் குளோரின் நீர் எனப்படும். இந்நீரும் குளோரின் வாயுவைப் போன்ற குணமுடையதாகும்.

இரசாயன குணங்கள் :—இவ்வாயுவுக்கு எரியும் தன்மையில்லை. ஆனுல், இது தகனத்துணை வாயுவாகும். குளோரினுக்கு அனேக மூலகப் பொருள்களுடன் இரசாயனச் சேர்க்கை அடையும் சக்தி உண்டு. ஹைடிரஜனுடன் குளோரின் கூடுவதால், ஹைடிரஜன்-குளோரைடு உண்டாகிறது. அன்டிமனித்தூள் குளோரினுடன் சேருவதால் அன்டிமனி-திரி-குளோரைடு உண்டாகிறது. அப்பொழுது, நெருப்புப் பொறிகள் உண்டாகின்றன. இம்மாதிரியாகவே, எரியும் சோடியம், பாஸ்வரம் முதலிய பொருள்கள் குளோரினுடன் கூடி, முறையே சோடியம்-குளோரைடு, பாஸ்வர-

திரி-குளோரைடு, அல்லது பாஸ்வர-பென்ட-குளோரைடு முதலியவை உண்டாகின்றன.

டச்சு உலோகம் என்னும் மெல்லிய தாமிர, நாக உலோகக் கலவைத் தகட்டை குளோரின் ஜாடியில் போட்டால், உஷ்ணப்படுத்தாமலே அது பற்றி எரிந்து, பச்சை நிறமான கூட்டுப்பொருள் உண்டாகிறது. இம்மாதிரியே, பிராணவாயு ஒன்றைத் தவிர, மற்ற எல்லா மூலகங்களுடனும் மித உஷ்ணநிலையிலோ, அதிக உஷ்ண நிலையிலோ குளோரின் இரசாயனக் கூடுகையடையும். இவ்விதமான கூடுகையால் விளையும் பொருள்களுக்குக் குளோரைடுகள் என்று பெயர். குளோரின் ஈரமின்றி உலர்ந்திருந்தால் மேற்கூறப்பட்ட மாறுதல்கள் இவ்வளவு தீவிரமாக இரா.

கூட்டுப் பொருள்களில் உள்ள மூலகங்களை ரசாயனப் பெயர்ச்சி செய்யும் தன்மையும் குளோரினுக்கு உண்டு. உதாரணமாக, சூடான கர்ப்பூரத் தைலத்தில் தோய்த்த ஒரு காகிதத்தைக் குளோரின் ஜாடியில் போட்டால், அது எரிந்து ஹைடிரஜன்-குளோரைடும் கார்பனும் உண்டாகின்றன. கர்ப்பூரத் தைலத்திலுள்ள கார்பன் குளோரினால் பிரித்துப் பெயர்ச்சி செய்யப்படுகிறது. எரியும் மெழுகுவர்த்தி இவ்வாயுவில் மங்கலான செந்நிறச் சுவாலையுடன் எரிந்து ஹைடிரஜன்-குளோரைடு வாயுவை உண்டாக்கி, கார்பனை விடுவிக்கிறது. இதுபோலவே பொட்டாசியம்-அயொடைடுக் கரைசலிலிருந்து அயொடினைப் பெயர்ச்சி செய்கிறது.

பொட்டாசியம் - அயொடைடு + குளோரின் → பொட்டாசியம்-குளோரைடு + அயொடின்.

குளோரினுக்குச் சாக வர்ணங்களை (vegetable colours) வெளுக்கும் (நிறம் நீக்கும்) குணமும் உண்டு. பல நிறப்புஷ்பங்களையோ, அல்லது மையினால் எழுதப்பட்ட ஈரமான

காகிதத்தையோ குளோரினில் போட்டால், அவை நிறம் நீங்கி வெளுத்துப்போவதைப் பார்க்கலாம். அச்சு மை சாகவர்ணமில்லாததால் அது குளோரினுல் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

குளோரினுக்குச் சோதனைகள் :— குளோரினை, அதன் பச்சை கலந்த மஞ்சள் நிறத்தாலும், கார நெடியினுலும், நிறம் நீக்கும் தன்மையாலும் சுலபமாக அறியலாம். பொட்டாசியம் - புரோமைடு, அல்லது பொட்டாசியம் - அயொடைடுக் கரைசலுடன் முறையே புரோமின், அயொடின் விடுவிக்கப் பெறுவதனுல், கரைசல்கள் இலேசான பழுப்பு நிறமாகவும், ஆழ்ந்த பழுப்பு நிறமாகவும் மாறும். வெள்ளி-நைட்டிரேட்டுக் கரைசலுடன் குளோரினைச் சேர்த்தால், தயிர்போன்ற வெள்ளை நிற வீழ்படிவு ஏற்படுகிறது. இவ் வீழ்படிவு, அம்மோனியம் - ஹைடிராக்ஸைடுக் கரைசலில் சுலபமாகக் கரையும்.

குளோரினின் உபயோகங்கள் :— சாக வர்ணங்களை நிறம் நீக்குவதற்கும், சலவைத்தூள் (bleaching powder)தயாரிப்பதற்கும், சில குளோரைடுகளைச் செய்வதற்கும் குளோரின் உபயோகமாகிறது. மிகக் கார நெடியுடன் கூடியிருப்பதால் இவ் வாயு வியாதிகளை உண்டாக்கக்கூடிய கிருமிகளை அழிக்கத் தொத்து நீக்கியாகப் பயன்படுகிறது. வாந்திபேதி போன்ற நோய்கள் அதிகமாயிருக்கும் காலங்களில் குடிதண்ணீருடன் குளோரினைச் சேர்ப்பதால் வியாதிக் கிருமிகள் அழிக்கப்படும். தங்கம் உள்ள பாறைகளிலிருந்து தங்கத்தைப் பிரிக்கும் ஒரு முறையில் குளோரினை உபயோகிக்கிருர்கள்.

சலவைத் தூள் (bleaching powder) :— நீற்றுச் சுண்ணும்பை ஒரு பாத்திரத்தில் எடுத்துக்கொண்டு, அதில் குளோரின் வாயுவைச் செலுத்திஞல் வாயு உறிஞ்சப்பட்டு, சுண்ணும்பு போன்ற வெள்ளை நிறமான வஸ்து உண்டாகிறது. இதுவே, சலவைத் தூளாகும். வாணிபத்துக்கு

வேண்டிய அளவில் சலவைத்தூள் தயாரிக்க, மரத்திஞலாகிய அறைகளில் மரத் தட்டுகளின்மேல் நீற்றுச் சுண்ணும்பைப் பரப்பி, அதன்மேல் குளோரின் வாயுவைப் பாய்ச்சுவது வழக்கம்.

பலவீனமான அமிலங்கள்கூட, சலவைத் தூளின்மேல் கிரியை செய்து, குளோரினை விடுவிக்கும். இப்படி விடுவிக்கப்பெறும் குளோரினே சாயங்களை வெளுப்பதற்கும் பயன்படுகிறது. ஆகையால் குளோரின் வாயுவைக்காட்டிலும் சலவைத்தூளே நிறம் நீக்குவதற்கு உபயோகப்படுகிறது. வெளுக்க வேண்டிய துணிகளைச் சலவைத்தூள் கரைசலில் சிறிதுநேரம் வைத்திருந்து, பிறகு பலவீனமான அமிலத்தில் தோய்த்து, மிகுதியாகவுள்ள குளோரினை நீக்குவதற்குச் சோடியம்-சல்பைட்டு (sodium sulphite) கரைசலில் தோய்த்தெடுத்து, தண்ணீரில் கழுவினுல் நிறம் அற்றுப்போகும். ஆனுல், பட்டு, கம்பளம் போன்ற பொருள்களை வெளுக்க இது பயன்படாது. ஏனென்ருல், குளோரின் அவற்றைத் தின்றுவிடும்.

சலவைத்தூள் நிறம் நீக்குவதற்கும், தொத்து நீக்கியாகவும் உபயோகப்படுகின்றது. அசுத்தமான தண்ணீரிலுள்ள கிருமிகளை நீக்குவதற்குக் குளோரினுக்குப் பதிலாக சலவைத்தூளை உபயோகிக்கலாம்.

சலவை செய்வதற்குக் குளோரின் வாயு, சலவைத்தூள் இவற்றைத் தவிர, குளோரின் திரவத்தையும் உபயோகிக்கலாம்.

குளோரின் வாயுவை அதிகமான அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தினுல் அது குளோரின் திரவமாகிறது. அதை உட்புறம் காரீயத்தினுல் போர்த்தப்பட்ட இரும்பு உருளைகளில் இட்டு, அதை உபயோகிக்க வேண்டிய இடங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லலாம். நிறம் நீக்குவதற்குச் சலவைத் தூளைப்போல் இது அதிகமாகப் பயன்படுவதில்லை.

சோடியம் - குளோரேட்டு, பொட்டாசியம் - குளோரேட்டு இரண்டும் ஆக்ஸிஜன் அதிகமுள்ள உப்புக்களாகும். ஆகையால், சிறந்த ஆக்ஸிகரணிகளாகிய, பொட்டாசியம்-குளேரேட்டு, மங்கனீசு - டை - ஆக்ஸைடுடன் சேர்த்து ஆக்ஸிஜன் தயாரிப்பதற்கு உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. இக்கலவைக்கு ஆக்ஸிஜன் கலவை என்று பெயர். தீக்-குச்சிகள் தயாரிப்பதிலும், வர்ணங்கள் செய்வதிலும் இது உபயோகமாகிறது. பொட்டாசியம் - குளோரேட்டையும், மகனீசியம் தூளேயும் சேர்த்து தீ வைத்தால், கலவை பிரகாசமான வெள்ளை நிறச் சுவாலையுடன் எரிகிறது. இச்-சுவாலையை இரவில் போட்டோப் படம் பிடிக்க உபயோ-கிக்கிருர்கள். காலிகோ அச்சிடுவதிலும், சாயம் போடு-வதிலும், வைத்தியத்தில் வாய் கொப்பளிப்பதற்கும் மாத்-திரைகளாகப் பொட்டாசியம் - குளோரேட்டு உபயோகப்-படுகிறது.

அயோடின் (Iodine)

அயோடின் கறுத்த பளபளப்பான படிக வடிவமுள்ள பாளங்களாகக் கிடைக்கிறது. அதை உஷ்ணப்படுத்தினுல் திரவமாகாமலே ஊதா நிற ஆவியாகிறது. இந்த ஆவி பாத்திரத்தின் குளிர்ந்த பாகங்களில் படிகங்களாகப் பதங்க-மாகிறது. அயோடின் தண்ணீரில் மிகவும் கொஞ்சமாகக் கரையும். ஈதர் திரவம், ஆல்கஹால், பொட்டாசியம் - அயொடைடுக் கரைசல் ஆகியவற்றில் இது வெகு சுலப-மாகக் கரையும். இக்கரைசல்கள் பழுப்பு நிறமானவை. ஆல்கஹாலில் அயொடினின் கரைசல் டிங்ச்சர் அயொடின் எனப்படும். கார்பன் - டை - சல்பைட்டிலும் அயொடின் கரையும். இக்கரைசல் ஊதா நிறமாக இருக்கும்.

அயொடினின் உபயோகங்கள் :— அயொடினும், அதன் கூட்டுப்பொருள்களும் தொழிற்சாலைகளில் மருந்தாக உப-யோகப்படுகின்றன. டிங்ச்சர் அயொடின் வீக்கங்களைக்

குணப்படுத்தப் பயன்படுகிறது. பொட்டாசியம் - அயொ-டைடு, அயொடபாரம் முதலிய மருந்துச் சரக்குகள் அயொடினின் கூட்டுப் பொருள்களேயாம். போட்டோப் படம் பிடிக்கும் முறையிலும் பொட்டாசியம் - அயொடைடு உபயோகமாகிறது. சில சாயங்கள் தயாரிப்பதிலும் அயொடின் ஏராளமாகப் பயன்படுகிறது. கட்டிகள், வீக்-கங்கள் முதலியவற்றைக் குணப்படுத்தவும் இது உதவும். அயொடெக்ஸ் என்பது அயொடின் சேர்ந்த மருந்தே. ஸ்டார்ச்சுக் கூழுடன் அயொடின் நீல நிறத்தை உண்டாக்-குவதால், ஒரு பொருளில் ஸ்டார்ச்சு இருப்பதைச் சோதிக்க இது உதவுகிறது. கிளிசரினும் (glycerine) அயொடினும் சேர்ந்த கரைசல் தொண்டைப் பூச்சு மருந்தாகப் பயன்-படுகிறது.

அத்தியாயம் 9

கந்தகம் (Sulphur)

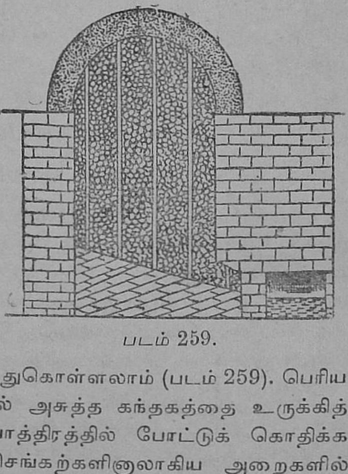
வரலாறு :— கந்தகத்தைப்பற்றி வெகு காலமாகவே மக்களுக்குத் தெரியும். கிறிஸ்தவ வேத புத்தகமான பைபிளில்கூட இதைப்பற்றிய குறிப்பு உள்ளது. இதற்குக் கந்தகக்கல் (brimstone) என்றும், தீக்கல் (fire-stone) என்றும் வேறு பெயர்களுண்டு. இது ஒரு மூலகப்பொருள் என்பதை லவாய்சியர் என்பவர் ஸ்தாபித்தார்.

கிடைக்கும் முறைகள் :—கந்தகம் மூலகப் பொருளாக-வும், கூட்டுப்பொருளாகவும் கிடைக்கிறது. எரிமலைகளுக்-கருகில் உள்ள பிரதேசங்களில் கந்தகம் இயற்கையாகக் காணப்படுகிறது. காரீயம், அயம், நாகம், பாதரசம் இவற்-றுடன் சல்பைடு (sulphide) என்னும் கூட்டுப் பொருளாக அகப்படுகிறது. உலோகங்களுடனும், பிராணவாயுவுடனும் சேர்ந்து சல்பேட்டுகளாகக் கிடைக்கின்றது. சல்பேட்டு-களில் பேரிய, கால்ஸிய சல்பேட்டுகள் அதிகமாகக்

கிடைக்கின்றன. பிராணிகள், தாவரங்கள் முதலிய அங்கக வஸ்துக்களிலும் கொஞ்சம் கந்தகம் உண்டு. முட்டைகளின் வெள்ளைப் பாகத்திலும், பிராணிகளின் இறைச்சியிலும், தாவரங்களின் சவ்வுகளிலும்கூடக் கந்தகம் இருக்கிறது. ஹைடிரஜனுடன் கூடி, ஹைடிரஜன் - சல்பைடு என்ற கந்தகித்த-ஹைடிரஜனைகச் சில நீர் ஊற்றுகளிலும் கரைந்திருக்கும்.

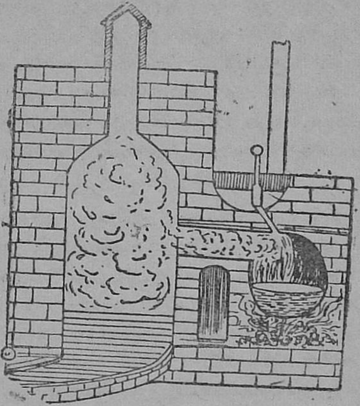
ஊற்றியெடுத்தல் (extraction)

இயற்கைக் கந்தகத்திலிருந்தே கந்தகம் பெரும்பாலும் தயாரிக்கப்படுகிறது. இயற்கைக் கந்தகத்தைப் படைபடையாக அடுக்கி, சாய்ந்த தரையுள்ள காளவாய்களில் காற்று சம்பந்தப்படாமல் உஷ்ணப்படுத்தினல் அவற்றிலுள்ள கந்தகம் உருகி ஓடும் (படம் 258). இப்படிக் கிடைக்கும் அசுத்தமான கந்தகத்தைக் காய்ச்சிவடித்தல் முறையில் சுத்தம் செய்துகொள்ளலாம் (படம் 259). பெரிய இரும்புப் பாத்திரங்களில் அசுத்த கந்தகத்தை உருக்கித் திரவத்தை மற்ரெருரு பாத்திரத்தில் போட்டுக் கொதிக்க வைத்து, ஆவியை செங்கற்களினலாகிய அறைகளில் குளிரச் செய்தால், அறைகளின் குளிர்ந்த பாகங்களில் மாவுபோன்ற வெண்மஞ்சள் நிறமான கந்தகம் படிகிறது. இதற்குக் கந்தகத்தூள் (flowers of sulphur) எனப் பெயர். உருகித் திரவமாக வரும் கந்தகத்தை அச்சில் வார்த்து, உருளைபோல் கட்டிகளாகச் செய்வார்கள். இப்-



படம் 259.

படித் தயாரிக்கப்பட்ட கந்தகத்துக்கு உருளைக் கந்தகம் (roll sulphur) என்று பெயர்.



படம் 260.

கந்தகத்தின் குணங்கள்:—இது வெண்மஞ்சள் நிறமுள்ள, சுலபமாக உடையக்கூடிய திடப்பொருள். தண்ணீரில் கரையாது. ஆனால், கர்ப்பூரத்தைலம், குளோரபாரம் போன்ற திரவங்களில் சிறிது கரையும். கார்பன்-டை-சல்பைடில் சுலபமாகக் கரையும். இது மின்-கடத்தியுமல்ல, வெப்பங் கடத்தியுமல்ல. ஆகையால், ஒரு துண்டு கந்தகத்தைச் சூடாக்கினால், அது வெடித்துச் சிதறிப்போகும்.

கந்தகத்தைக் காய்ச்சினால் அது உருக ஆரம்பித்து, முதலில் மஞ்சள் நிறமான, எளிதில் அசையும் திரவமாகிறது. இத் திரவம் வெகு சீக்கிரத்தில் சிவப்பு, பழுப்பு முதலிய நிறங்களாக மாறிக் கடைசியில் கறுப்பாகவும் மாறுகிறது. 230° ச.-இல் கறுத்த பாகுபோலாகிறது. அப்பொழுது பாத்திரத்தைக் கவிழ்த்த போதிலும் அதிலுள்ள

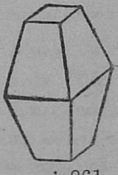
திரவம் கொட்டாது. 260° ச.-வுக்கு மேல் மறுபடியும் இளக ஆரம்பித்து, 400° ச.-இல் நன்ருக அசையும் திரவமாகிறது. சுமார் 465° ச.-இல் திரவம் கொதிக்க ஆரம்பித்து, மஞ்சள் கலந்த பழுப்பு நிறமான ஆவியாகிறது. இந்த ஆவி சோதனைக் குழாயின் குளிர்ந்த பாகங்களில் பதங்கமாகிறது. கொதிக்கும் கந்தகத்தை எரியச் செய்தால், மங்கலான நீல-நிறச் சுவாலையுடன் எரிகிறது. மூச்சுத் திணறலை உண்டாக்கக்கூடிய கந்தக-டை-ஆக்ஸைடு வாயு வெளியேறுகிறது.

உஷ்ணத்தினுல் கந்தகம் அனேக உலோகங்களுடன் சேர்க்கையுற்று, சல்பைடுகள் உண்டாகின்றன. உதாரணமாக, கந்தகத்தூளையும், அயத்தூளையும் சேர்த்துச் சோதனைக் குழாயில் காய்ச்சினுல் அயச-சல்பைடு உண்டாகிறது. பாதரசத்துடன் கந்தகத்தைக் கலந்து உரலில் போட்டு உலக்கையைக் கொண்டு அரைத்தால், கறுப்பு நிறமான மெர்குரிக-சல்பைடு உண்டாகிறது. ஹைடிரஜனைக் கொதிக்கும் கந்தகத்தில் பாய்ச்சினுல் கந்தகித்த-ஹைடிரஜன் வாயு உண்டாகிறது. செவ்வுஷ்ணத்தில் கார்பனும், கந்தகமும் சேர்ந்து கார்பன்-டை-சல்பைடாகிறது. இதுபோலவே, கந்தகம் அனேக மூலகப்பொருள்களுடன் சேர்க்கையடைவதால், அது ஒரு மிகுந்த வீரியம் உள்ள பொருளாகக் கருதப்படுகிறது.

கந்தகத்தின் உபயோகங்கள் :—உலோக மூலகங்களின் சல்பைடுகளைத் தயாரிக்க அசுத்த கந்தகம் பயன்படுகிறது. அசுத்த கந்தகத்திலிருந்து கார்பன்-டை-சல்பைடு தயாரிக்கப்படுகிறது. சுத்தமான கந்தகம் வெடிமருந்து செய்ய உதவுகிறது. மேலும், தீக்குச்சிகள் தயாரிக்கும் முறையில் தீக்குச்சிகளைத் தோய்ப்பதற்கும், வர்ணங்கள் செய்வதற்கும், மருந்துச் சரக்காகவும் உபயோகமாகிறது. களிக்-கந்தகத்தை அச்சில் வார்க்கலாம். கந்தகத் தூளைப் படுக்கையறைகளில் எரியச் செய்து கிருமிகளைக் கொல்ல

அதாவது, தொத்து நீக்கியாக உபயோகிக்கலாம். அசுத்த ரப்பருடன் சுமார் 10% கந்தகத்தைச் சேர்த்துக் காற்றுப்படாமல் காய்ச்சுவதனல், ரப்பர் கெட்டியாகவும், அதிக வலுவுள்ளதாகவும், இலாஸ்டிக்காகவும் மாறுகிறது. இம்முறைக்கு வல்க்கனைஸ் (vulcanise) செய்வது என்று பெயர். மோட்டார் போன்ற வண்டிகளின் சக்கரங்கள் இம்முறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. ரப்பருடன் 35 சதவிகிதத்துக்குமேல் கந்தகத்தைச் சேர்த்து காய்ச்சுவதனல் கெட்டியான எபொனைட்டு (ebonite) உண்டாகிறது.

கந்தகத்தின் புற வேற்றுமையான ரூபங்கள் :— கந்தகம் முக்கியமாக, (1) உருளைக் கந்தகம், (2) கந்தகத்தூள் என இரு வகைகளாகக் கிடைக்கும். உருளைக் கந்தகம் உருளை வடிவமான, குச்சிபோன்ற பொருள். கந்தகத்தூள் இலேசான-மஞ்சள் நிறமான-மாவுபோன்ற பொருள். உருளைக் கந்தகம் கார்பன்-டை-சல்பைடில் சுலபமாகக் கரையும். ஆனல், கந்தகத்தூள் சிறிதளவே கரையும். அதில் வெளுப்பான ஒரு பாகம் கரையாமல் தங்கிவிடுகிறது. இப்படிக் கரையாமல் தங்கி நிற்கும் வெள்ளைக் கந்தகத்துக்குப் படிக உருவற்ற வெள்ளைக் கந்தகம் (white amorphous sulphur) என்று பெயர். இதிலிருந்து கந்தகத்தூளில் இருவகைக் கந்தகம் உள்ளன என்றும், ஒன்று கார்பன் - டை - சல்பைடில் கரையக் கூடியதென்றும், மற்றென்று கரையாதது என்றும் தெரிகிறது.



படம் 261.
சாய் சதுரக் கந்தகம்.

கந்தகம் அனேக திட்டமான உருவங்களில் கிடைக்கிறது. படிக வடிமுவள்ள இரண்டு வகைக் கந்தகமும், படிக உருவமற்ற இரு வகையும் உள்ளன.

பரிசோதனை 35 :— சாய் சதுரக் கந்தகம் (rhombic sulphur): ஒரு பீங்கான் தகழியில் நன்ருகத் தூளாக்கிய

உருளைக் கந்தகத்தைப் போட்டு, அது முழுவதும் கரையும் அளவுக்குக் கார்பன்-டை-சல்பைடு திரவத்தை ஊற்று. பிறகு, இக்கரைசலை மெதுவாக ஆவியாகச் செய்தால், எட்டு முகங்களுடைய சாய் சதுர வடிவமுள்ள படிகங்கள் கிடைக்கின்றன.

பரிசோதனை 36 :—ஊசிக் கந்தகம் (monoclinic sulphur) : ஒரு புடக்குகையில் சிறிதளவு கந்தகத்தை உருக்கிக் குளிரச் செய். உருகின கந்தகத் திரவத்தின்மேல் பொருக்கு உண்டானதும், ஒரு குண்டூசியினால் பொருக்கில் துவாரம் செய்து, திரவத்தைக் கொட்டி விடு. பிறகு புடக்குகையைக் கவனித்தால், அதில் நீண்ட ஊசி போன்ற படிகங்களைக் காணலாம். இவைதான் ஊசிக் கந்தகமாகும்.

மேற்கூறப்பட்ட இரண்டு வகைக் கந்தகமும் படிக-வடிவமுள்ளவை. இவற்றைத் தவிர, படிக உருவற்ற இரண்டு வகைக் கந்தகமும் உண்டு. இவை களிக்கந்தக-மும் (plastic sulphur), வெள்ளைக் கந்தகமுமாம். முன்னரே கூறப்பட்டதுபோல் கந்தகத் தூளில், கார்பன்-டை-சல்-பைடில் கரைந்ததுபோக, மீதியாக உள்ள கரையாத பாகந்தான் வெள்ளைக் கந்தகம்.

களிக் கந்தகத்தைச் செய்ய, சாதாரணக் கந்தகத்தை 350° ச.-க்கு மேலாக உஷ்ணப்படுத்தி, தண்ணீர் ஊற்றித் திடீரெனக் குளிரச் செய்யவேண்டும். இது ரப்பரைப்போல் நீளக்கூடியது. எந்த உருவத்திலும் இதை அமைக்க இயலும்.

கந்தக-டை-ஆக்ஸைடு

(Sulphur-di-oxide)

சம்பவ முறை :—எரிமலைகளிலிருந்து கந்தக-டை-ஆக்-ஸைடு வெளியாகிறது என்று முன்னமே கூறப்பட்டுள்ளது. எரிமலைக்குச் சமீபத்தில் உள்ள பிரதேசங்களிலுள்ள நீர் ஊற்றுக்களிலும் இவ்வாயு கலந்திருக்கும்.

தயாரிப்பு :— (1) காற்றிலோ அல்லது ஆக்ஸிஜனிலோ கந்தகத்தை எரிப்பதால் கந்தக-டை-ஆக்ஸைடு கிடைக்கும். ஆக்ஸிஜனில் சிறிதளவு கந்தக-திரி-ஆக்ஸைடும் உண்டாகக்கூடும்.

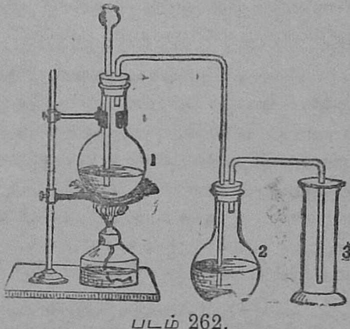
(2) தாமிரம், துத்தநாகம் முதலிய உலோகங்களைப் பலமான கந்தக அமிலத்துடன் சேர்த்துக் காய்ச்சுவதாலும் இவ்வாயுவைப் பெறலாம்.

(3) சல்பைட்டை, உதாரணமாக, சோடியம்-சல்பைட்டைச் சிறிது நீர்த்த கந்தக அமிலம் அல்லது, ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலத்துடன் சேர்த்தால், கந்தக-டை-ஆக்ஸைடு உண்டாகும்.

சோடியம் - சல்பைட்டு + ஹைடிரோ - குளோரிக அமிலம் → சோடியம் - குளோரைடு + தண்ணீர் + கந்தக-டை-ஆக்ஸைடு→.

பரிசோதனைச் சாலை முறை

பரிசோதனை 37 :— ஒரு உருண்டைக் குடுவையை அடைப்பானால் மூடி, பெய்புனல், போக்குக் குழாய் முதலியவைகளைப் பொருத்தி, குடுவையில் தாமிரத் துண்டுகள், அல்லது தாமிர ஆணிகளைப் போட்டு, புனலின் மூலமாகப் பலமான கந்தக அமிலத்தைத் தாமிரம் முழுவதும் பெய்புனலின் முனையும் அமிலத்தினுள் இருக்கும் வரை ஊற்று. பிறகு, ஸ்பிரிட்டு- விளக்கினால்



படம் 262.

சாக்கிரதையாகக் காய்ச்சினால் கந்தக-டை-ஆக்ஸைடு வெளிப்படும். இதைக் கண்ணாடிச் சாடிகளில் கீழ்முகப் பெயர்ச்சி மூலமாகச் சேகரித்துக்கொள்.

இவ் வாயுவை ஈரமின்றி உலர்ந்த நிலையில் சேகரிக்க, ஒரு கழுவு சீசாவிலுள்ள அடர்-கந்தக அமிலத்தின் வழி-யாகப் பாய்ச்ச வேண்டும் (படம் 261).

சோதனைகள் :—(1) இவ்வாயுவின் மணம் என்ன? (2) இவ்வாயு, அல்லது அதன் கரைசல் லிட்மஸை எப்படிப் பாதிக்கிறதெனப் பார். (3) இவ்வாயு எரியும் வாயுவா, தகனத்துணை வாயுவா எனக் கண்டுபிடி. (4) இவ்வாயு நிறைந்த ஒரு கண்ணாடிச் சாடியில் ஈரமான வெவ்வேறு நிறமுள்ள புஷ்பங்களையாவது, அல்லது வர்ணத் துணிகளையாவது போட்டு, என்ன மாறுதல் உண்டாகிற-தெனக் கவனி.

குணங்கள் :—கந்தக-டை-ஆக்ஸைடு ஒரு நிறமற்ற வாயு. ஆனால், கந்தகத்தைப் பற்றவைத்தால் உண்டாவது போன்ற ஒரு அசாதாரணமானதும், தீட்சண்யமுள்ளதும், எரிச்சலானதுமான மணத்தை உடையது. அது மிகுந்த விஷ குணமுடையது. அதிகக் குளிர்ச்சியால் அசையும் திரவமாகும். காற்றைப்போல் 2·86 மடங்கு எடையுள்ளது.

அது எரியும் வாயுவுமல்ல, தகனத்துணை வாயுவுமல்ல. ஆனால் மகனீசியம், பாஸ்வரம், சோடியம் முதலியவை இவ்-வாயுவில் எரியும். அப்படி எரிவதால் அவற்றின் ஆக்-ஸைடுகள் உண்டாவதுடன், கந்தகம் தனிப்படுத்தப் படு-கிறது. தண்ணீரில் எளிதில் கரையும். இவ்வாயுவின் கரைசல் கந்தக அமிலம் (sulphurous acid) எனப்படும். அதற்கு அமில குணங்களுண்டு. உஷ்ணத்தினால் கரை-சலிலுள்ள வாயுவை வெளியேற்றலாம்.

கரைசலுக்கும் வாயுவுக்கும் வெளுக்கும் குணம் உண்டு. ஆகையால், ஈரமான புஷ்பங்களின் நிறத்தைப் போக்கும்.

இப்படி வெளுப்பது நிலையானதல்ல. அமிலங்களாலும், காரங்களாலும் மறுபடியும் முன்போலவே நிறம் பெறச் செய்யலாம். இவ்வாயு எளிதில் ஆக்ஸிகரணம் செய்யப்பட்டு, கந்தக-திரி-ஆக்ஸைடாக மாறும். ஆகையால், இது குறைப்பானாக வேலை செய்யும். எரி காரங்களைக் காரமழித்துச் சல்பைட்டுகளை (sulphites) உண்டாக்குகிறது.

உபயோகங்கள் :—பட்டு, கம்பளம், வைக்கோல் போன்ற வஸ்துக்களை வெளுக்கும் குணம் இதற்கு உண்டு. இவைகளை வெளுப்பதற்கு, குளோரின் பிரயோசனப்படாது. ஏனெனில், குளோரின் இவற்றை அரித்துவிடும். கந்தகடை-ஆக்ஸைடு ஒரு பலமான குறைப்பான். விஷக்கிருமிகளைக் கொல்லவும், துர்நாற்றங்களைப் போக்கவும் இவ்வாயு பயன்படுகிறது. இதைக்கொண்டு சல்பைட்டுகளைத் தயாரிக்கலாம். குளோரினால் வெளுக்கப்பட்ட பொருள்களிலுள்ள அதிகப்படியான குளோரினை அகற்றுவதற்கு அது உபயோகமாகிறது.

சல்பேட்டுகள் (sulphates)

அம்மோனியம்-சல்பேட்டு (ammonium sulphate)

அம்மோனியத்துடன் சேர்ந்த மற்றக் கூட்டுப்பொருள்களைத் தயாரிக்க, அம்மோனியம் - சல்பேட்டுதான் உபயோகமாகிறது. இந்த உப்பு ஏராளமான அளவில் நிலங்களுக்கு உரமாகப் பயன்படுகிறது. ஏனெனில், தாவரங்களுக்கு வேண்டிய நைட்டிரஜன் இந்த உப்பில் இருக்கிறது. கரியாவி தயாரிக்கும் முறையில் அம்மோனியம்-சல்பேட்டு ஒரு உடன் விளைவு பொருளாகக் கிடைக்கிறது.

தாமிர-சல்பேட்டு (copper sulphate)

இது படிக வடிவமுள்ள நீல நிறமான உப்பு. இது சாதாரணமாக மயில்துத்தம் என்று வழங்கும். இதை உஷ்ணப்படுத்தினால், இதிலுள்ள படிகநீர் வெளியேற்றப்-

பட்டு, வெண்ணிறமான பொடி மீதியாகும். இப்பொடி-யுடன் கொஞ்சம் தண்ணீரைச் சேர்த்தால், மறுபடி நீல நிறமுண்டாகும். ஆகையால், ஒரு பொருளில் தண்ணீர், திரவமாகவோ, ஆவியாகவோ இருக்கிறதா என்று சோதிப்-பதற்கு வெண்ணிற மயில்துத்தத்தை உபயோகிக்கலாம். தாமிர மின்முலாம் பூசுவதற்கும், சாயம்போடுவதில் நிறம் நிறுத்தி (mordant) யாகவும், டேனியல் மின் கலத்தில் துருவத்துவம் நீக்கியாகவும் பயன்படுகிறது. தாமிர-சல்-பேட்டுக் கரைசலுடன் சுண்ணும்புப்பாலைச் சேர்த்த கலவை தாவரங்களின் வளர்ச்சியைக் கெடுக்கும் காளான்களைக்-கொல்லுவதற்கு உபயோகப்படுகிறது. இது போர்டோ கலவை எனப்படும். செயற்கைப் பட்டு தயாரிப்பதில் தாமிர - சல்பேட்டுக் கரைசலுடன் அம்மோனியக் கரை-சலைச் சேர்ப்பதால் கிடைக்கும் நீலநிறக்கரைசல் ஸெல்லு-லோஸை நீக்குவதற்குப் பயன்படுகிறது.

மகனீசயம் - சல்பேட்டு (magnesium sulphate)

இந்த உப்பு முதன் முதலில் இங்கிலாந்தில் எப்சம் என்ற ஊரிலுள்ள நீர் ஊற்றுகளில் அகப்பட்டபடியால், இதற்கு எப்சம் உப்பு என்று பெயர். இது முக்கியமாகப் பேதி மருந்தாக உபயோகமாகிறது. இதன் கரைசல் மிகக் கசப்பானது. இதன் பலவீனமான கரைசல் கண்ணைக் கழுவுவதற்குப் பயன்படுகிறது. சாயம் போடுவதில் நிறம் நிறுத்தியாகவும், வர்ணப்பூச்சுக்கள் தயாரிப்பதிலும் எப்சம் உப்பு உபயோகமாகின்றது.

படிகாரம் (alum):— இதில் அம்மோனியம் படிகாரம், பொட்டாஸ் படிகாரம் என்று இரண்டு வகையிருப்பினும், பொட்டாஸ் படிகாரந்தான் அதிகமாக உபயோகப்படு-கிறது. இது பொட்டாசியம், அலுமினியம் இரண்டும் சேர்ந்த இரட்டைச் சல்பேட்டாகும். இதை உஷ்ணப் படுத்தினல் படிகநீர் வெளியேறி, வெள்ளை நிறமான பொடி

தங்குகிறது. இதற்குச் சுட்ட படிகாரம் (burnt alum) என்று பெயர். வண்டல் நீரைத் தெளியச் செய்வதற்கும், சாயம் போடுவதில் நிறம் நிறுத்தியாகவும் உபயோகப்படுகிறது. கண்நோய்களில் கண்களைக் கழுவ உதவுகிறது. தோல் பதனிடுவதிலும், காகிதம் செய்யும் முறையில் காகிதம் ஊராமலிருப்பதற்கும் படிகாரம் உபயோகமாகிறது. இதற்குக் கிருமிகளைக் கொல்லும் சக்தி யிருப்பதால், க்ஷவரம் செய்துகொண்ட பிறகு, முகத்தில் படிகாரக் கட்டியைத் தேய்க்கின்றார்கள். இது தீயினால் கறுக்காத செங்கற்கள் செய்யவும் பயன்படுகிறது.

சோடியம் - தயோ - சல்பேட்டு (sodium - thio - sulphate) :என்ற உப்பு ஹைப்போ (hypo) என்ற பெயரில், போட்டோப் படம் பிடிக்கும் முறையில் - புகைப்பட அச்சை நிலைப்படுத்துவதற்கு உபயோகப்படுகிறது.

சோடியம்-சல்பைட்டு (sodium sulphite) :—எரி-சோடாக்கரைசலில் கந்தக - டை - ஆக்ஸைடைப் பாய்ச்சுவதனால் கிடைக்கும் உப்பு இது. இதனுடன் பலவீனமான அமிலங்களைச் சேர்ப்பதால் கந்த-டை-ஆக்ஸைடு விடுவிக்கப் பெறும். இவ்விதமாக வெளிவரும் வாயு நிறம் நீக்குவதற்கு உபயோகமாகும். குளோரின் வாயுவினால், அல்லது சலவைத்தூளினால் நிறம் நீக்கப்பட்ட பிறகு, மீதியாயுள்ள குளோரினை நீக்குவதற்கு இவ்வுப்புக் கரைசலை உபயோகிக்கலாம்.

சோடியம் சல்பேட்டு (glauber's salt) கண்ணடிப் பலகை செய்யவும், நெசவுச்சாலையிலும், பேதி மருந்தாகவும் உபயோகமாகிறது.

அத்தியாயம் 10

பாஸ்வரம் (Phosphorus)

வரலாறு :— பிராண்டு (Brand) என்ற ரசாயன நிபுணராால் பாஸ்வரம் முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அவர் மட்டமான உலோகங்களைத் தங்கமாகச் செய்யகூடிய மூலப்பொருளைக் கண்டுபிடிக்கச்செய்த முயற்சியில், வீரமான மூத்திரத்தை மணலுடன்காய்ச்சியபோது பாஸ்வரம் கிடைத்தது. கென்கல் என்பவரும் பாயில் என்பவரும் தனித்தனியாக 1680-ஆம் ஆண்டில் பாஸ்வரத்தைச் சேகரித்தார்கள். ஷிலி என்ற விஞ்ஞானி 1770-ஆம் ஆண்டில் எலும்புப் பொடியிலிருந்து பாஸ்வரத்தைத் தயாரித்தார். சிவப்புப் பாஸ்வரம் 1845-இல்தான் ஷாட்டர் என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

தோன்றுதல் :—பாஸ்வரம் காற்றில் வெகு சீக்கிரம் ஆக்ஸைடாக மாறிவிடுமாதலால், அது மூலகப் பொருளாகக் கிடைப்பதில்லை. பிராணவாயுவுடன் பாஸ்வேட்டுகள் என்ற கூட்டுப் பொருளாக அது அகப்படுகிறது. கால்ஸியம் பாஸ்வேட்டு (calcium phosphate) இவைகளில் முக்கியமானது. பாஸ்வரம் தயாரிக்க எலும்புத்தூள் ஏராளமாக உபயோகமாகிறது.

பாஸ்வரத்தின் குணங்கள் :—பாஸ்வரம் தெளிவான மஞ்சள் நிறமுடைய, மெழுகுபோன்ற திடப்பதார்த்தம். அதன் ஒப்பு அடர்த்தி 1·72. உருகு நிலை 44° ச.-வும், காற்றுப்படாத இடத்தில் கொதிநிலை 290° ச.-வும் ஆகும். சாதாரணமான உஷ்ணநிலையில்கூட இது நிலையற்றது. 34° ச.-இல் பற்றி எரியத்தொடங்குகிறது. இது எரியும்போது அடர்த்தியான வெள்ளைப்புகை உண்டாகிறது. இப்புகை பாஸ்வர - பென்ட் - ஆக்ஸைடு என்று முன்னரே கூறப்பட்டுள்ளது. நம் கையின் உஷ்ணமே இதை எரியச்-

செய்யப் போதுமாகையால், இதைத் தொடுவது அபாயகரமானது. மேலும், காற்றுடன் சேர்ந்து ஆக்ஸைடு ஆகிவிடுமாதலால், எப்போதும் இதைத் தண்ணீரிலேயே வைத்திருக்கவேண்டும். பாஸ்வரம் தண்ணீரில் கரையாது. சாராயத்தில் கொஞ்சமாகவும், கார்பன்-டை-சல்பைடில் சுலபமாகவும் கரையும். கார்பன்-டை-சல்பைடில் கரைந்த பாஸ்வரக் கரைசலைக் காற்றுடன் கலக்காதபடி ஆவியாக்கினால், எண்முகப் படிகங்கள் கிடைக்கும்.

பாஸ்வரத்தை இருட்டில் கவனித்தால் அதைச் சுற்றிலும் வெளிச்சம் காணப்படும். இதற்குப் பாஸ்வரக் காந்தி (phosphorescence) என்று பெயர்.

பாஸ்வரம் அனேக மூலகங்களுடன் சுலபமாகக் கூடுகிறது. பிராணவாயு அதிகமிருப்பின் பாஸ்வர-பென்ட்-ஆக்ஸைடும், பிராணவாயு சிறிதே இருப்பின் பாஸ்வர-திரி-ஆக்ஸைடும் உண்டாகும். இதேபோல் குளோரினுடன், பாஸ்வர-திரி-குளோரைடும், பென்ட-குளோரைடும் உண்டாகின்றன. மஞ்சள் பாஸ்வரம் மிகுந்த விஷம் உடையது. அதன் ஆவியினால் தாடை எலும்பு நோயுண்டாகும். ஆனால், ஈரமான பாஸ்வரத்தினால் யாதொரு கெடுதியுமில்லை.

பாஸ்வரத்தின் புறவேற்றுமைகள் :—கார்பன், கந்தகம் இவற்றைப்போலவே பாஸ்வரமும் புறவேற்றுமைகளுடையது. அவை மஞ்சள் பாஸ்வரம், சிவப்புப் பாஸ்வரம் என்பவை. இவ்விரு வகைப் பாஸ்வரத்திலும் ஒரே அளவு எடுத்துக்கொண்டு உஷ்ணப்படுத்தினால் ஒரே அளவு பாஸ்வர-பென்ட-ஆக்ஸைடே உண்டாவதால், இவ்விரு வகையும் ஒரே மூலகப் பொருள் என்று அறியலாம்.

இரண்டு வகை பாஸ்வரத்துக்கும் உள்ள வித்தியாசங்கள்

மஞ்சள் பாஸ்வரம்	சிவப்பு பாஸ்வரம்
1. மிருதுவானது. மங்கலான மஞ்சள் நிறமுள்ளது. மெழுகு போன்றது.	சிவப்பு நிறம் உள்ளது. நீர் உறிஞ்சும் தன்மையுள்ளது.
2. சாய் சதுரப்புய எண்முகப் படிகமாகக் கிடைக்கும்.	படிக உருவற்றது.
3. வெள்ளைப் பூண்டின் மணம் உடையது.	மணம் இல்லாதது.
4. இருட்டில் பிரகாசிக்கும்; காற்றில் சுலபமாய் ஆக்ஸைடாக மாறும்.	இருட்டில் பிரகாசிக்காது; காற்றுடன் சுலபமாகச் சேர்க்கை அடையாது.
5. 34° ச.-இல் பற்றி எரியும்.	260° ச.-இல் தான் எரியும்.
6. உருகுநிலை 44° ச.	உருகுநிலை 500°—600° ச.
7. விஷத்தன்மை உடையது.	விஷ குணமற்றது.
8. ஒப்பு அடர்த்தி 1·82—1·85.	ஒப்பு அடர்த்தி 2·1 — 2·4.
9. கார்பன் - டை - சல்பைடில் கரையும்.	கார்பன் - டை - சல்பைடில் கரையாது.
10. குளோரினில் தானகவே எரியும்.	குளோரினில் உஷ்ணப்படுத்தினல்தான் எரியும்.

பாஸ்வரத்தின் உபயோகங்கள் :—பாஸ்வரம் முக்கியமாகத் தீக்குச்சிகள் செய்வதற்கு உபயோகப்படுகிறது. மஞ்சள் பாஸ்வரம் செந்-தீக்குச்சிகள் (lucifer matches) செய்யவும், சிவப்புப் பாஸ்வரம் காப்புத் தீக்குச்சிகள் (safety-matches) செய்வதற்கும் பயன்படுகின்றன.

செந்-தீக்குச்சிகள் :— மரக்குச்சிகளை மெல்லியதாகச் சீவி, அவைகளை உருக்கின கந்தகத்தில் தோய்த்து, பிறகு அவற்றின் முனையில் மஞ்சள் பாஸ்வரம், பொட்டாசியம்-குளோரேட்டு, சன்னமணல், ஈயச் செந்தூரம், வச்சிரப்பசை, இவை கலந்த பசையில் சிறிது ஒட்டவைத்து உலரச் செய்வார்கள். தீப்பெட்டியின்மேல் உப்புத்தாள் (sand paper) ஒட்டப்பட்டிருக்கும். தீக்குச்சியின் முனையை இந்த உப்புத்

தாளின் மேலாவது தரையிலாவது தேய்த்தால் மஞ்சள் பாஸ்வரம் பற்றிக்கொள்ளும். குச்சி கந்தகத்தில் தோய்க்கப்பட்டிருப்பதால் குச்சியும் சுலபமாக எரியும். மஞ்சள் பாஸ்வரத்தின் விஷகுணம் காரணமாகவும், அது வெகு எளிதில் எரிவதனுல் உண்டாகும் அபாயங்களை உத்தேசித்தும், அனேக நாடுகளில் செங்-தீக்குச்சி தயாரிப்பது தடை செய்யப்பட்டுள்ளது. ஆகையால், தற்காலத்தில் காப்புத் தீக்குச்சிகளே வெகுவாகச் செய்யப்படுகின்றன.

காப்புத் தீக்குச்சிகள் :— மெல்லிய குச்சிகளை முதலில் உருக்கின கந்தகத்தில் தோய்த்தெடுத்து, பிறகு, பொட்டாசியம் - குளோரேட்டு, பொட்டாசியம்-டை-குரோமேட்டு, சிறிது பொடி செய்யப்பட்ட கண்ணுடி, வச்சிரப்பசை-இவை கலந்த பசையில் தோய்ப்பார்கள். இப்பசை குச்சிகளின் முனைகளில் பூசிக்கொள்ளும். பெட்டியின்மேல் ஒட்டியிருக்கும் செம்பழுப்பு நிறமான காகிதத்தில் சிவப்புப் பாஸ்வரம், அன்டிமனி-திரி-சல்பைடு இவை கலந்த பசைதடவப்பட்டிருக்கும். தீக்குச்சியில் மஞ்சள் பாஸ்வரம் கிடையாதாகையால், அது சொரசொரப்பான தரையில் தேய்க்கப்பட்டால் பற்றி எரியாது. ஆனுல், மேலே ஒட்டப்பட்ட காகிதத்தில் தேய்த்தால் அதிலுள்ள சிவப்புப் பாஸ்வரம் குச்சியில் கொஞ்சம் ஒட்டிக்கொள்ளும். மேலும், தேய்ப்பதனுல் உண்டாகும் அதிகமான உஷ்ணநிலையில், அந்தச் சிவப்புப் பாஸ்வரம், மற்ற ஆக்ஸிகரணிகளின் முன்னிலையில் எரிகிறது.

பாஸ்வரத்தின் கூட்டுப்பொருள்கள் மிருக, தாவர வர்க்கங்களின் ஆகாரத்தில் மிகவும் முக்கியமான பாகமாகின்றன. நிலத்தின் சத்து, பயிர்களால் குறைக்கப்பட்டுப்போகுமாகையால், அதை வளப்படுத்த அனேக விதமான உரங்களை உபயோகிக்கிருர்கள். அவற்றில் பாஸ்வேட்டுகள் முக்கியமானவை. அனேக பாறைகளில் கால்ஸியம்-பாஸ்வேட்டு இருக்கிறது. எலும்புகளிலும் அனேகமாக

கால்ஸியம்-பாஸ்வேட்டு உள்ளது. கால்ஸியம்-பாஸ்வேட்டைத் தூளாக்கி (bone-meal) நிலங்களுக்குப் போடுவார்கள். ஆனால், இது தண்ணீரில் சுலபமாகக் கரையாது. ஆகையால், தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கு உடனே பயன்படாது. ஆனால், கந்தக அமிலத்துடன் சேர்ப்பதால், சுலபமாய் நிலத்தினால் கிரகிக்கப்படும். இப்படிக் கிடைக்கும் பொருளுக்குச் சுண்ணம்பின் சூப்பர்-பாஸ்வேட்டு (superphoshate) என்று பெயர். ஈரமில்லாத, சுண்ணாம்பு சம்பந்தமான நிலங்களுக்கு இது மிகவும் பயனுடையது. ஈரமானதும், களிமண் அதிகமானதும் உள்ள நிலங்களுக்கு உப்பு மூலக்கசடு (basic slab) என்ற பொருளை உபயோகிப்பார்கள். இது எஃகு தயாரிக்கும் முறையில் உடன் விளைவுப் பொருளாகக் கிடைப்பது. இதில் 30 முதல் 35 சதவீதம் பாஸ்வேட்டு இருக்கும்.

கால்ஸியம், சோடியம், ஹைப்போ-பாஸ்வேட்டுகள் தேகபலத்தைக் கொடுக்கும் மருந்துகளாக (tonics) உபயோகப் படுத்தப்படுகின்றன.

அத்தியாயம் 11

நைட்டிரேட்டுகள் (Nitrates)

வெடியுப்பில் சிலி வெடியுப்பு (Chile saltpetre) என்றும், வங்காள வெடியுப்பு (Bengal saltpetre) என்றும் இருவகையுண்டு. சிலி வெடியுப்பு என்பது சோடியம்-நைட்டிரேட்டு (sodium nitrate). இது தென் அமெரிக்காவில் சிலி (Chile) என்ற இடத்தில் பாறைகளில் பல வரிசைகளாகக் காணப்படுகிறது. பாறைகளைத் துளைத்து, வெடி மருந்துகளை உபயோகித்து வெடிக்கச் செய்வார்கள். பாறைப் பொடிகளை நீக்கி, கொதிக்கும் தண்ணீரை ஊற்றினால், உப்புக் கரைந்துவிடும். இந்த உப்புக் கரைசலைக் குளிரச் செய்யும்போது படிகங்கள் கிடைக்கும்.

பொட்டாசியம் நைட்டிரேட்டு வங்காள வெடியுப்பு என்றும், சாதாரணமாக வெடியுப்பு (nitre) என்றும் வழங்கப் பெறும். இது இந்தியாவில், முக்கியமாக வங்காளப் பள்ளத்-தாக்குகளிலும், ஈஜிப்டு, பர்ஸியா முதலிய உஷ்ணப் பிரதேசங்களிலும் காணப்படுகிறது. உப்புக் கலந்த மண்ணை வெந்நீரில் கரைத்து, கரைசலைக் குளிரச் செய்தால் வெடி-யுப்பு படிகங்களாக வெளிவரும்.

சிலி வெடியுப்பு :—பரிசோதனைச் சாலையில் சிலி வெடி-யுப்பை ரசாயன முறையில் தயாரிக்கலாம். எரி-சோடா என்ற சோடியம்-ஹைடிராக்ஸைடுக் கரைசலை நைட்டிரிக அமிலத்துடன் சேர்த்து நடுநிலையாக்கி, உண்டாகும் கரை-சலைப் படிகங்கள் வெளிவரும் வரையில் உஷ்ணப் படுத்-தினல், சோடியம் நைட்டிரேட்டு கிடைக்கிறது.

உபயோகம் :—சோடியம்-நைட்டிரேட்டானது நைட்டிரிக அமிலம், பொட்டாசியம்-நைட்டிரேட்டு இவை தயாரிக்கவும், நிலங்களுக்கு உரமாகவும் உபயோகப்படுகிறது. இதைக் காற்றில் திறந்துவைத்தால், காற்றிலுள்ள நீரை உறிஞ்சித் திரவமாகிவிடும். ஆதலால், இது துப்பாக்கி மருந்துக்குப் பயன்படாது.

பொட்டாசியம் - நைட்டிரேட்டு :—எரி - பொட்டாசு கரை - சலையும், நைட்டிரிக அமிலத்தையும் சேர்த்து நடுநிலை-யாக்குவதனுல் இதைத் தயாரிக்கலாம். வாணிப முறையில் சோடியம் - நைட்டிரேட்டின் வீரியக் கரைசலையும், பொட்-டாசியம் - குளோரைடின் வீரியக் கரைசலையும் கலப்பதால், இரசாயன இரட்டைச் சிதைவின்படி பொட்டாசியம் - நைட்-டிரேட்டும், சோடியம் - குளோரைடும் உண்டாகின்றன.

சோடியம் - நைட்டிரேட்டு + பொட்டாசியம் - குளோ - ரைடு→சோடியம்-குளோரைடு + பொட்டாசியம் நைட்டி-ரேட்டு. இவற்றில் சோடியம்-குளோரைடின் கரைதிறன்

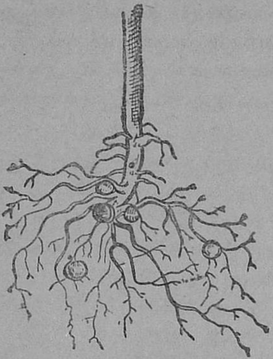
மற்றதைக் காட்டிலும் குறைவு. ஆகையினால், படிகமாக்கிப் பகுத்தல் என்ற முறையில் இவைகளைத் தனித்தனியாகப் பிரிக்கலாம்.

உபயோகம்:—பொட்டாசியம்-நைட்டிரேட்டு தன்னிடமுள்ள ஆக்ஸிஜனைச் சுலபமாக மற்றப் பொருள்களுக்குக் கொடுக்குமாதலாலும், நீர் பருகும் குணமற்றதாகையாலும் வெடிமருந்து செய்வதற்கும் வாண மருந்து செய்வதற்கும் பயன்படுகிறது.

நைட்டிரஜனை நிலைப்படுத்துதல்

(Fixation of nitrogen)

வாயு மண்டலத்திலுள்ள நைட்டிரஜன் ஒரு ஜடமான வாயுவாகக் கருதப்பட்டபோதிலும், வாழ்க்கைக்கு ஆக்ஸிஜனைப் போலவே, அதுவும் மிக இன்றியமையாதது. பிராணிகளின் தசைகளிலும், இரத்தத்திலும் நைட்டிரஜன் இருக்கிறது. தேகத்தில் உண்டாகும் அசுத்தங்களை எரித்து, வெளியேற்றுவதற்கு ஆக்ஸிஜன் தேவையாயிருப்பது போலவே, தேக வளர்ச்சிக்கு நைட்டிரஜன் மிக்க அவசியமானது. பிராணிகள் காற்றிலுள்ள நைட்டிரஜனை நேராக உபயோகித்துக்கொள்ள முடியாது. நைட்டிஜன் அதிகமாக உள்ள இறைச்சி, மீன், தானியங்கள், பால், முட்டையிலுள்ள வெண்கரு முதலிய உணவுப் பொருள்களிலிருந்தே அவை நைட்டிரஜனைப் பெறுகின்றன. பிராணிகளைப் போலவே தாவரங்களும் பெரும்பாலும் காற்றிலுள்ள நைட்டிரஜனை நேராக உபயோகித்துக் கொள்ளமுடியாது. மூத்திரம், அழுகிப்போன பிராணி சம்பந்தமான பொருள்கள் இவற்றிலிருந்தே நைட்டிரஜனைக் கிரகித்துக் கொள்ளுகின்றன. தாவரங்களின் வளர்ச்சியினால் நிலத்திலுள்ள உப்புச் சத்துக்கள் வரவரக் குறைந்துவிடும். இக்குறைவைச் சரிப்படுத்த, நைட்டிரேட்டு உப்புக்கள்,



படம் 263.

உலர்ந்த இரத்தம், மீன்-எலும்பு போன்ற பொருள்களை உபயோகிக்கிறோம்.

துவரை, உளுந்து போன்ற சில தாவரங்கள் தங்கள் வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய நைட்டிரஜனை நிலத்திலிருந்து கிரகித்துக் கொள்ளுகின்றன. இத் தாவரங்களின் வேர்களைக் கவனித்தால், அவற்றில் முண்டுகள் இருப்பதைப் பார்க்கலாம். ஒருவகை பாக்டீரியா நிலத்திலுள்ள காற்றிலிருந்து நைட்டிரஜனைப் பிரித்து நைட்டிரஜனின் கூட்டுப்பொருள்களைத் தயாரிக்கின்றன என்றும் அப்படி தயாரிக்குமிடங்களே வேர் முண்டுகள் என்றும் நாலாம் படிவப் புத்தகத்தில் கூறப்பட்டுள்ளது (படம் 263). தாவரத்தின் வளர்ச்சிக்கு இக் கூட்டுப்பொருள்கள் பயன்படுகின்றன. அதனுல்தான் இம்மாதிரி தானியங்களில் நைட்டிரஜன் அதிகமாயிருக்கின்றன. இப்பயிர்கள் அறுவடையான பிறகு, முண்டுகளுடன் கூடிய வேர்கள் நிலத்திலேயே தங்கிவிடுவதால், அவற்றிலுள்ள நைட்டிரஜன் மறுபடி நிலத்தில் சேர்ந்துவிடுகிறது.

தாவரங்களுக்கு அவசியமான நைட்டிரஜனின் கூட்டுப் பொருள்கள், முக்கியமாக நைட்டிரேட்டுகள் இயற்கையில் கிடைக்கும் அளவு வரவரக் குறையும். ஆதலால், செயற்கை முறையில் அவற்றைத் தயாரிப்பதற்குச் சில முறைகளை கண்டுபிடித்துள்ளார்கள்.

பெர்கலண்டு-ஐடு (Berkeland and Eyde) முறையில், மின்-பிறை (electric arc) உஷ்ணத்தினுல் காற்றிலுள்ள

நைட்டிரஜனையும் பிராணவாயுவையும் கூடச் செய்து நைட்டிரிக-ஆக்ஸைடை (nitric oxide) உண்டாக்குகிறது. நைட்டிரிக-ஆக்ஸைடு குளிரும்போது காற்றிலிருந்து ஆக்-ஸிஜனை எடுத்துக்கொண்டு, நைட்டிரஜன்-பர-ஆக்ஸைடா-கிறது. இது கூண்டுகளின் மூலமாகச் செல்லும்போது அதன்மேல் சொட்டுச் சொட்டாகத் தண்ணீர் விழும். அப்பொழுது நைட்டிரிக-அமிலமும், நைட்டிரிக ஆக்-ஸைடும் உண்டாகின்றன. நைட்டிரஜன்-பர-ஆக்ஸைடு + தண்ணீர் → நைட்டிரிக - அமிலம் + நைட்டிரிக - ஆக்ஸைடு. இதே நைட்டிரிக-ஆக்ஸைடு மறுபடி ஆக்ஸிஜனுடன் கூடி நைட்டிரஜன் - பர - ஆக்ஸைடாகும். இப்படி உண்டாகும் நைட்டிரிக-அமிலம், சுண்ணும்புக் கல்லின்மேல் கிரியை செய்யும்போது கால்சியம்-நைட்டிரேட்டு உண்டாகும். இது நிலங்களை வளப்படுத்துவதற்கு ஏராளமாக உபயோக-மாகிறது.

ஹேபர் முறையில் (Haber process) குழாய்களில் அயத்தூள், மாலிப்டினக் கலவை இருக்கும். வாயு மண்டல அழுத்தத்தைப் போல் 200 மடங்கு அழுத்தத்தில் 500° ச. உஷ்ணத்தில் 1 : 3 விகிதத்திலுள்ள நைட்டிரஜன், ஹைடி-ரஜன் கலவையைச் செலுத்துவார்கள். இதன் பயனாக நைட்டிரஜனும் ஹைடிரஜனும் கூடுகையடைந்து அம்மோ-னியா வாயு உண்டாகும். அம்மோனியாவை கந்தக அமி-லத்தின் கிரியையினால் அம்மோனியம்-சல்பேட்டாக மாற்றி, நிலங்களுக்கு நல்ல உரமாகப் பயன்படுத்தலாம். அல்லது, அம்மோனியாவை ஆக்ஸீகரணம் செய்து, நைட்டிரிக அமிலம் உண்டாக்கி, அதன் உதவியால் நைட்டிரேட்டு-களைத் தயாரிக்கலாம். இம்முறையில் அய, மாலிப்டினக் கலவை கிரியா ஊக்கியாக வேலை செய்கிறது.

சையனமைடு முறை (cyanamide process) என்ற மற்றொரு முறையில் காற்றைத் திரவமாக்கி, கால்சியம்-

கார்பைடுடன் (calcium-carbide) கூடச் செய்தால் கால்ஸியம்-சையனமைடும் (calcium-cyanamide), கார்பனும் உண்டாகின்றன. இக்கலவை நைட்ரோ லைம் (nitro-lime) என்ற பெயரில் சிறந்த உரமாகிறது.

அம்மோனியம் - நைட்டிரேட்டு (ammonium-nitrate) :— நைட்டிரிக அமிலத்துடன் அம்மோனியாக் கரைசல் அம்மோனியம்-நைட்டிரேட்டை உண்டாக்கும். இதைச் சூடாக்கினால் நைட்டிரச-ஆக்ஸைடு (nitrous oxide), தண்ணீர் எனச் சிதைவுறும். அம்மோனியம்-நைட்டிரேட்டு நைட்டிரச-ஆக்ஸைடு தயாரிப்பதற்கும், வாண வேடிக்கைகளுக்கும், பயங்கரமான வெடிகள் தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது. அம்மோனியம் நைட்டிரேட்டுடன் பனிக்கட்டியைச் சேர்ப்பதால், தண்ணீரின் உறைநிலையைவிட அதிகமான குளிர்ச்சியை உண்டாக்கும். ஆதலால், அம்மோனியம்-நைட்டிரேட்டை உறைக்கலவை (freezing mixture) செய்ய உபயோகிக்கலாம்.

அத்தியாயம் 12

உலோகங்கள் (Metals)

நவீன நாகரிகத்தில் தினசரி வாழ்க்கையில் உலோகங்கள் மிகவும் அதிகமாகப் பயன்படுகின்றன. விவசாயத்தில் உபயோகப்படும் கருவிகள் இரும்பினாலானவை. வீடுகள் கட்டுவதற்கும் உலோகங்கள் தேவை. வீடுகளில் உபயோகிக்கும் பாத்திரங்கள், கத்திகள் முதலியனவும் உலோகங்களாலானவை. போக்குவரவு சாதனங்களாகிய இருப்புப்பாதை, மோட்டார், கப்பல்கள், ஆகாய விமானங்கள் எல்லாம் உலோகங்களில்லாமல் முடியாது. மின்சார வசதி செய்யவும், தந்தி, டெலிபோன் முதலிய சாதனங்களிலும் உலோகங்கள் இன்றியமையாதன. தற்போது பயன்படும் எந்திரங்கள் எல்லாம் உலோகங்களாலான-

வையே. நாணயச் செலாவணிக்கும் உலோகங்கள் அவசியம். சுருங்கச் சொல்லின் உலோகங்களின்றி வாழ்க்கையில்லை எனலாம்.

தற்காலம் ஏறக்குறைய 92 மூலகப் பொருள்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. மூலகப் பொருள்கள் உலோகம், அலோகம் என இருவகையாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அதிகமான அடர்த்தி, பளபளப்பு, மின் கடத்தும் திறன், வெப்பம் கடத்தும் திறன், இக்குணங்களை உடைய மூலகப் பொருள்கள் உலோகங்கள் என்றும், இவை குறைவாக உள்ளவை அலோகங்களென்றும் கருதப்படுகின்றன. மேலும், உலோகங்கள் உப்பு மூல (basic) ஆக்ஸைடுகளையும், அலோகங்கள் அமில குணமுள்ள (acidic) ஆக்ஸைடுகளையும் உண்டாக்கும் என்ற முக்கியமான இரசாயன குணமும் இப் பிரிவினைக்கு அடிப்படையாகக் கொள்ளப்பட்டது. ஆனால், இவ்விதப் பிரிவினை முற்றிலும் சரியெனக் கூறமுடியாது. உதாரணமாக, சோடியம், பொட்டாசியம் போன்ற உலோகங்களின் அடர்த்தி மிகக் குறைவு. அன்டிமனிபோன்ற சில உலோகங்களுக்கு மின் கடத்தும் திறனும், வெப்பம் கடத்தும் திறனும் குறைவு. இதுமாத்திரமன்றி நாகம், அலுமினியம் போன்ற உலோகங்களின் ஆக்ஸைடுகள் அமில குணமும் பொருந்தியவை. இவ்விதமாக, இப்பிரிவினை சரியில்லாததாயினும், சௌகரியத்தை உத்தேசித்து கையாளப்பட்டு வருகின்றது.

உலோகங்களுக்கும் அலோகங்களுக்கும் வித்தியாசங்கள்

உலோகங்கள்	அலோகங்கள்
1. *பாதரசத்தைத் தவிர உலோகங்களெல்லாம் சாதாரண உஷ்ணநிலையில் திடப் பொருள்கள்.*	1. *சாதாரண உஷ்ணநிலையில் திட, திரவ, வாயுப் பொருள்கள்.*

உலோகங்கள்	அலோகங்கள்
2. பளபளப்புள்ளவை.	2. பளப்பளப்பில்லாதவை.
3. தகடாகும் தன்மையும், கம்பியாகும் தன்மையும் உள்ளவை.	3. இக்குணங்கள் இல்லை.
4. ஒப்பு அடர்த்தி அதிகம்.	4. ஒப்பு அடர்த்தி குறைவு.
5. சிறந்த வெப்பம் கடத்திகள், மின் கடத்திகள்.	5. இத்திறன்கள் மிகக் குறைவு.
6. அமிலங்களிலிருந்து ஹைடிரஜனை வெளியேற்றி உப்புக்களை உண்டாக்கும்.	6. அமிலங்களில் அனேகமாகக் கரையா.
7. உப்பு மூல ஆக்ஸைடுகளை உண்டாக்கும்.	7. அமில குணமுள்ள ஆக்ஸைடுகளைப் பிறப்பிக்கும்.

மிகச் சில உலோகங்களே தனிப்பட்ட நிலையில் இயற்கையாகக் கிடைக்கின்றன. அலோகங்களுடன் சேர்ந்து கூட்டுப் பொருள்களாகவே அதிகமான உலோகங்கள் கிடைக்கின்றன. இயற்கையிலேயே உலோகங்களின் கூட்டுப் பொருள்களாகக் கிடைக்கும் பொருள்களுக்குத் தாதுக்கள் (அல்லது உலோக மண்கள், ores) எனப் பெயர்.

இயற்கையில் உலோகங்களும், அவற்றின் தாதுக்களும் சம்பவிக்கும் முறை பின்வருமாறு :—

1. தங்கம், தாமிரம், வெள்ளி, பாதரசம் முதலியன தனிப்பட்ட நிலையிலேயே கிடைக்கின்றன. 2. இரும்பு, வெள்ளீயம், நாகம், தாமிரம், அலுமினியம் இவை ஆக்ஸைடு தாதுக்களாகக் காணப்படும். 3. சல்பைடு தாதுக்கள் : காரீயம், நாகம், தாமிரம் முதலியவை. 4. சல்பேட்டுத் தாதுக்கள் : காரீயம், பேரியம், கால்ஸியம் முதலியன. 5. கார்பனேட்டுத் தாதுக்கள் : இரும்பு, காரீயம், நாகம், தாமிரம். 6. குளோரைடாதி தாதுக்கள் : வெள்ளி, சோடியம், பொட்டாசியம் முதலியவை.

தாதுக்களிலிருந்து உலோகங்களை எடுக்கும் முறைக்கு உலோக வேலைக் கலை (metallurgy) என்று பெயர். உலோகம்

ருந்து (matrix) உலோகங்களை உருக்கிப் பிரி
ண்டியதுதான் முறை. இந்த தாய்ச்சரக்கு சுலப
காது. ஆகையால், இதை இளக்கிகளுடன் (f
து சூடாக்கினல் உருகாத தாய்ச்சரக்கு உருகக்கூ
டாக (fusible slag) மாறும். இக்கசடு உருகிய உ
துடன் சேராது. ஆகையால், உலோகத்தை
ந்து பிரிப்பது சுலபமாகிவிடும்.

உருகாத பொருள்களை உருகக்கூடிய கசடாகச் செ
வும் பொருள்கள் இளக்கிகள் எனப்படும். சாதாரண
ண்காரம் (borax), பொட்டாசியம்-சயனைடு (potass
nide), உருக்கும் கலவை (fusion mixture) அதா
ட்டாசியம் - கார்பனேட்டு, சோடியம் - கார்பனே
ண்டும் சேர்ந்த கலவை முதலியன இளக்கிகளாகப் ப
கின்றன. இப்பொருள்கள் உருகுவதற்குத் தேவைய
ணத்திலேயே தாதுக்கள் உருகிவிடும்.

உலோகக் கலவைகள் (alloys) :—உருக்கப்பட்ட உ
கள் ஒன்றோடொன்று கலக்கும். இக் கலவைகளு
லாகக் கலவைகள் என்று பெயர். இவை தனி உலோ
விட அதிக உபயோகமானவை. சில கலவை
ப்பதார்த்தங்களின் கரைசலைப் போன்ற குணங்
டயனவாகவும், கலவையின் நிறம் தனி உலோ
ின் நிறங்களினின்றும் முற்றிலும் வேறுபட்டும் இ
. உதாரணமாக, 30% வெள்ளீயம் தாமிரத்து

உலோகக் கலவைகளுக்குப் பொதுவான குணங்க
தனி உலோகங்களின் கடினத் தன்மையைக் காட்
லோகக் கலவையின் கடினத்துவம் அதிகம்.
லோகக் கலவையின் உருகுநிலை தனி உலோகங்க
ருகு நிலையை விடக் குறைவு. (3) உலோகக் கல
் தனி உலோகங்களைவிட, தகடாகும் தன்மை,
கும் தன்மை, மின் கடத்தும் திறன், வெப்பம் கட
ன் இவை குறைவாகும். (4) சில உலோகங்கள் கல
க்கப்படுவதால் வீரியம் குறைவடைகின்றன. உதா
க, நைட்டிரிக அமிலத்தில் வெள்ளி கரையும். ஆ
% வெள்ளியைத் தங்கத்துடன் கலந்தால் கல
ட்டிரிக அமிலத்தால் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

பாதரசத்துடன் கலந்த உலோகக் கலவைக்கு
வை (amalgam) என்ற தனிப் பெயர் உண்டு. சோடி
ாட்டாசியம் போன்ற இலேசான உலோகங்கள் சுலப
க்கலவையாகும். வோல்ட்டாமின் கலங்களில் உள்
ழ்ச்சியைத் தடுக்க நாகத் தகட்டை ரசக்கல
க்குவது வழக்கம். சாதாரண உலோகங்களுள் இ
றுதான் ரசத்துடன் கலக்காதது.

முக்கியமான சில உலோகங்கள் கிடைப்பதைப்ப
கே தெரிந்துகொள்வோம்.

அயம்

அயம் (இரும்பு) :— உலோகங்கள் எல்லாவற்றி
தியாக உபயோகமாகும் உலோகம் அயமே. எ

தோன்றுதல் :—உலகத்தில் அனேக பிராந்தியங்களில் அயம் ஏராளமாகக் கிடைக்கிறது. விண்வீழ்கொள்ளி-களால் (meteorites) உண்டான பாறைகளில் தனிப்பட்ட நிலையில் அயம் கிடைக்கிறது; அயத்தின் தாதுக்களும் உள்ளன. செவ்வயப் பிராண சிலே அல்லது ஸ்பெகுலர் அய-தாது (spular iron ore) என்பது அயத்தின் ஆக்ஸைடு. பழுப்புப் பிராணசிலே (brown haematite) என்ற தாது அயக-ஹைடிராக்ஸைடு. அயக் கந்தகக்கல் (காந்தசிலே) அயத்தின் ஆக்ஸைடேயாகும் (magnetic iron ore). ஸ்பாதிக் அய தாது (spathic iron ore) என்பது அய-கார்பனேட்டு. அயக் கந்தகக்கல் (iron pyrites) என்பது அயத்தின் சல்பைடு தாது. தாவரங்களில் அயம் ஒரு மூலாதாரமான பொருள்.

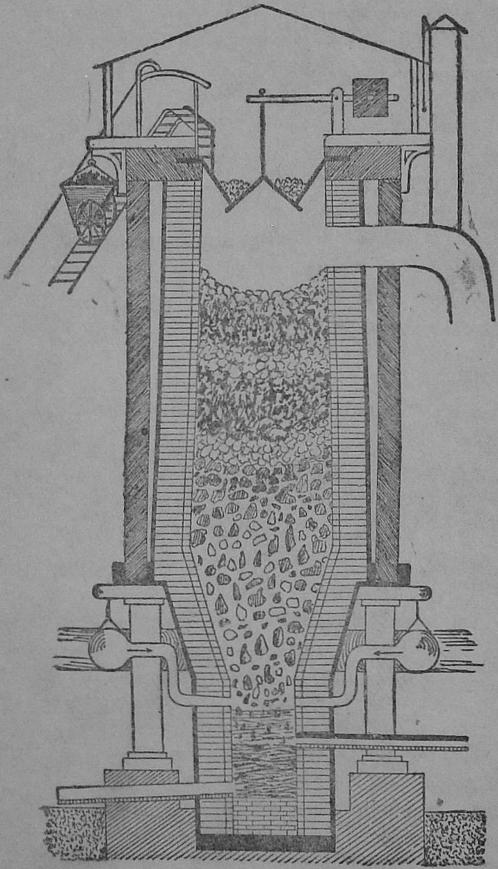
அயதாதுக்கள் அதிகமாயுள்ள தேசங்களில் இந்தியா ஏழாவது ஸ்தானம் வகிக்கிறது. வெகு காலத்திற்கு முன்பே இந்தியர்கள் தாதுக்களிலிருந்து உலோகங்களைப் பிரித்-தெடுக்கும் முறைகளையும் உலோகங்களை உபயோகிக்கும் முறையையும் நன்ருக அறிந்திருந்தார்கள். இதற்கு, டில்லிக்குச் சமீபத்திலுள்ள குதுப் மினர் (Kutub Minar) என்ற ஸ்தூபியே சிறந்த சான்ருகும். இது சுமார் 24 அடி உயரமும், ஒரு அடி குறுக்களவும் உடையது. அதன் எடை சுமார் 6 டன்களாகும். மிக அழகிய வேலைப்பாடு அமைந்-தது. சுமார் 1,400 வருடங்களுக்கு முன்னர் நிறுவப்பட்டது. இரும்பு, எஃகு முதலியவற்றைத் தயாரிப்பதில் பிரிட்டிஷ் பொதுநலக் குடியரசில் இந்தியா இரண்டாவது ஸ்தானம் இப்போது வகிக்கிறது.

இந்தியாவில் பீஹார், ஒரிஸ்ஸா மாகாணங்களிலும், மைசூரிலுந்தான் அய தாதுக்கள் கிடைக்கின்றன. இவ்-விடங்களிலே ஏராளமாக இரும்பு எஃகுச் சாமான்கள் நவீன முறைகளில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. டாடா நகரி-லும் (Tatanagar), பத்ரவதியிலும் உள்ள தொழிற்சாலை-

களைப் பற்றிக் கேள்விப்பட்டிருப்பீர்கள். ஹைதராபாத்தி-லும், மத்திய மாகாணத்திலும் சிற்சில இடங்களில் குறைந்த அளவில் அய தாதுக்கள் வெட்டியெடுக்கப்படுகின்றன. சென்னை மாகாணத்திலும் சில இடங்களில் அய தாதுக்கள் இருப்பினும் சமீபத்தில் நிலக்கரி இல்லாத (சேலம் ஜில்லா) குறையினால், தொழிற்சாலைகள் ஏற்படுத்துவதற்குத் தடை ஏற்படுகிறது. ஆனால் இத்தடை சீக்கிரமே நீங்கிவிடும். ஏனென்றால், தென் ஆற்காடு ஜில்லாவில் நெய்வேலி என்ற இடத்தில் பழுப்பு நிலக்கரி (lignite) ஏராளமாகக் கிடைக்-கின்றது என்று கண்டுபிடித்துப் பரிசோதனைகள் நடந்து வருகின்றன. மேலும், நெய்வேலி திட்டத்தினால் பல உப-தொழிற்சாலைகள் ஏற்படும். பழுப்பு நிலக்கரியை உப-யோகப்படுத்தி மின்சக்தியை உண்டு பண்ணலாம். உர, இரசாயன, சிமெண்டு, பீங்கான், மின்காப்பு (insulater) அலுமினியம் முதலிய தொழிற்சாலைகள் ஏற்படுத்தலாம்.

மேலும், ஒரிஸ்ஸா மாகாணத்தில் மேற்கு ஜெர்மெனி உதவியுடன் ரூர்க்கேலா (Rourkela) என்னுமிடத்திலும், மத்தியப் பிரதேசத்தில் பிலே (Bhilai) என்னுமிடத்தில் ரஷியர் உதவியுடனும், மேற்கு வங்காளத்தில் ஆங்கிலேயர் உதவியுடனும் துர்காபூர் (Durgapur) என்னுமிடத்திலும் இந்திய அரசாங்கத்தாரே இரும்புத் தொழிற்சாலைகளை ஏற்படுத்துகிறார்கள். 1960—61-க்குள் அய இறக்குமதி-யைத் தவிர்க்கவே அரசாங்கத்தார் இத் தொழிற்சாலை-களுக்குத் திட்டமிட்டிருக்கிறார்கள். பிறகு இரும்பை ஏற்றுமதி கூடச் செய்யலாம் என்று நினைக்கிறார்கள்.

எடுத்தல் முறை (extraction) :— அயம் முக்கியமாக அதன் ஆக்ஸைடு தாதுவிலிருந்தே தயாரிக்கப்படுகிறது. மற்றத் தாதுக்களிலிருந்து கந்தகம் அல்லது கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை நீக்கி, பிறகு தாதுவைச் சுண்ணாம்-புக் கல்லுடன் கலந்து, ஊது உலையில் இக்கலவையை-யும், நிலக்கரி, அல்லது கல்-கரியையும் மாற்றி மாற்றிப்



படம் 264. ஊது-உலை.

படைபடையாக வைத்து, ஊது - உலையின் அடியிலிருந்து உஷ்ணமான காற்றைச் செலுத்தினல், கார்பன் - டை - ஆக்ஸைடு, அல்லது கார்பன்-மோனு-ஆக்ஸைடு வெளியேற, தாது கொஞ்சங் கொஞ்சமாகக் கீழ்நோக்கி இறங்கும். இப்படி இறங்கிக் கீழேயுள்ள உஷ்ணமான பாகங்களுக்கு வருவதால், கார்பன் தாதுவிலிருந்து ஆக்ஸிஜனை நீக்கிக் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடாகச் சென்று விடுவதால், தாது அயமாகக் குறைக்கப்பட்டு, உருகி, உலையின் அடியிலுள்ள துவாரத்தின் வழியாகத் திரவமாக வெளிவரும். இது பூமியில் செய்யப்பட்ட வட்டமான நீண்ட அச்சுக்களில் ஓடிக் கெட்டிப்படும். இப்படித் தயாரிக்கப்பட்ட அயம் வார்ப்பு இரும்பு (pig iron or cast iron) எனப்படும்.

ஊது-உலை :—இது சுமார் 80 முதல் 100 அடி வரையில் உயரமும், சுமார் 20 அடி குறுக்களவு உள்ளதாயும் இருக்கும். அடிப்பாகம் அகலமாயும், மேல்பாகம் குறுகியும் இருக்கும். வெளிப்புறம் எஃகினல் செய்யப்பட்டு, உட்புறம் தீ-செங்கற்களினல் (fire-bricks) ஆக்கப்பட்டுள்ளது. மேலேயிருந்து தாது, எரிக்க உதவும் கார்பன், இளக்கிகள் எல்லாவற்றையும் கொட்டி, அடியிலுள்ள குழாய்களின் வழியாக 800°ச. நிலையிலுள்ள உஷ்ணமான காற்றை உள்ளே செலுத்தினல், கார்பன் எரியும். உலையின் மேல்பாகத்தில் 250°ச. முதல் 300°ச. வரையில் உஷ்ணம் உண்டானல் கார்பன் எரிந்து, கார்பன்-டை அல்லது மோனு ஆக்ஸைடாக உலையின் மேல்பாகத்தின் வழியாக வெளியேறும். ஆகையால், தாதுக்கள் மேலிருந்து கீழ்ப்பாகத்துக்கு இறங்கும். அப்படி இறங்கும்போது, உலோகத்தின் ஆக்ஸைடு கார்பனல் குறைக்கப்பட்டு உலோகமாகும். இது உலையின் அடிப்பாகத்துக்கு வரும்போது அங்கேயுள்ள அதிக உஷ்ணத்தினல் உருகித் திரவமாக, அடியிலுள்ள துவாரங்களின் வழியாகக் குழாய்களின் மூலமாக வெளிவரும். உஷ்ணப்படுத்துவதற்கு உபயோகித்த உஷ்ண-

மான காற்று உலேயின் மேல் பாகத்திலுள்ள திறப்பின் வழியாக அடியிலுள்ள ஸ்டோவ்-அடுப்புகளுக்குப் போய்ச் சேரும். அய - ஆக்ஸைடு தாதுவிலிருந்து அயத்தைப் பிரித்து எடுக்கும் முறையில் சுண்ணும்புக்கல் இளக்கியாக வேலே செய்கிறது.

இரும்பில், வார்ப்பு இரும்பு (cast iron, pig iron), தேன் இரும்பு (wrought or malleable iron), எஃகு (steel) என்று மூன்று வகை யுண்டு.

(1) வார்ப்பு இரும்பு :—மேற்கூறியபடி ஊது - உலேயில் உருக்கி, அச்சில் வார்க்கப்பட்ட இரும்பு வார்ப்பு இரும்பாகும். இதில் 2% முதல் 5% வரை கார்பன், சிலிகன், பாஸ்வரம் போன்ற அசுத்தங்கள் இருக்கும். கிராவைட்டுடன் கலந்த அயமே, சாம்பல் வர்ண வார்ப்பு இரும்பு (gray cast iron) எனப்படும். இது மிகவும் மிருதுவானது. அச்சில் வார்ப்பதற்கு ஏற்றது; எஃகு தயாரிப்பதற்கும் உபயோகப்படும்.

வார்ப்பு இரும்பு எளிதில் நொறுங்கும் தன்மை வாய்ந்தது. இது அடுப்புகள், வாணல் போன்றவை செய்யப் பயன்படும். இது சீக்கிரம் துருப்பிடிப்பதில்லே. ஆகையால், தண்ணீர்க் குழாய்கள், சாக்கடைக் குழாய்கள், தண்ணீர் நிரப்பும் பாத்திரங்கள் முதலியன செய்வதற்கும், பெரிய எந்திரங்களின் பாகங்கள், எஞ்சின்கள் செய்வதற்கும் உபயோகப்படுகிறது.

(2) தேன் இரும்பு :—வார்ப்பு இரும்பை அயக - ஆக்ஸைடுடன் சேர்த்துக் காய்ச்சுவதனுல், வார்ப்பு இரும்பிலுள்ள அசுத்தங்கள் ஆக்ஸிகரணம் அடையும். இதனுல், தேன் இரும்பு கிடைக்கும். இவ்விதமாக வார்ப்பு இரும்பிலிருந்து அசுத்தங்களே நீக்கும் முறைக்குக் கடைதல் (puddling) என்று பெயர். இரும்பு உருக்கப்பட்டு இரும்புக் கோல்களால் கலக்கப்படவேண்டும். தேன் இரும்பை அடித்து நீட்டவும், தகடுகளாக்கவும் கூடும். தேன் இரும்-

பைக் காய்ச்சினுல் அது உருகுமுன் மிருதுவாகிறது. இந்நிலையில் இரு இரும்புத்துண்டுகளை ஒன்ருகச் சேர்க்கமுடியும். ஆகையால், தேன் இரும்பு கருமான் பட்டரை வேலைக்கு மிகவும் ஏற்றதாகும். மின்சாரக்காந்தம் செய்வதற்குத் தேன் இரும்புதான் பயன்படும். கம்பிகள், ஆணிகள், திருகாணிகள், குதிரை லாடங்கள், கீல்கள் (hinges), நாதாங்கிகள், சங்கிலிகள் முதலியன செய்வதற்குத் தேன் இரும்பு உபயோகமாகிறது.

(3) எஃகு :—இதில் 1·5% முதல் 2% வரையில் கார்பன் கலந்துள்ளது. அதாவது, தேன் இரும்பிலுள்ளதைவிட, அதிகக் கார்பனும், வார்ப்பு இரும்பில் உள்ளதைவிடக் குறைந்த கார்பனும் உள்ளது. வார்ப்பு இரும்பை உருக்கி அதனுள் காற்றுப்பிரவாகத்தைச் செலுத்திஞல் அதிலுள்ள அசுத்தங்கள் நீங்கும். பிறகு வேண்டிய அளவு வார்ப்பு இரும்பைச் சேர்த்துக் காய்ச்சி எஃகு தயாரிக்கப்படுகிறது. எஃகைச் சுலபமாக உருக்கவும், இரு துண்டுகளை ஒன்ருக்கவும் இயலாது. ஆனுல், எஃகைக் காய்ச்சி வேகமாகக் குளிரச் செய்தால், அது கடினமாவதுடன் எளிதில் நொறுங்கும் தன்மையும் உடையதாகும். இதை மறுபடியும் காய்ச்சி மெதுவாகக் குளிரச்செய்தால் நொறுங்கும் தன்மை குறைவாகவும் மீள்சக்தி (elasticity) அதிகமாகவும் ஆகிறது. இம்முறைக்கு ஆற்றிப் பதனிடுதல் (annealing) என்று பெயர். எஃகு பதமாதல், அது எவ்வளவு அதிகமான உஷ்ண நிலைக்குக் காய்ச்சப்படுகிறதோ, அதைப் பொறுத்ததாகும். ஆகையால், எஃகை நம் இஷ்டம்போல், எவ்வளவு கடினமாகவேனும், நெகிழ்ச்சியுள்ளதாகவேனும் செய்து கொள்ளக்கூடும். இம்முறைக்குப் பதப்படுத்துதல் (tempering) என்று பெயர்.

எஃகைப் பதப்படுத்தும்போது வெவ்வேறு உஷ்ண நிலையில் அது இருக்கும். அப்போது உலோகப் பரப்பின்மேல் உண்டாகும் ஆக்ஸைடின் நிறம் வெவ்வேருக இருக்கும்.

என்ன உபயோகத்துக்கு எஃகு தேவையோ அதற்கேற்ற உஷ்ண நிலைக்குச் சூடாக்கப்பட வேண்டும். 230°ச. உஷ்ண நிலையில் ஆக்ஸைடின் நிறம் வைக்கோல் போன்றது. இந்த நிலையில் எடுக்கப்பட்ட எஃகு, க்ஷவரக்கத்திகளுக்கு உபயோகமாகும். 255° ச.-இல் பழுப்புக் கலந்த மஞ்சள் நிறம்; பேனுக்கத்திகள், கோடாரி முதலியன செய்ய உபயோகிக்கலாம். 277° ச. உஷ்ணநிலையில் ஊதா நிறம் (purple); சமையல் வேலைக்கு உபயோகிக்கும் கருவிகள் செய்யலாம். 280° ச.-இல் பிரகாசமான (bright) நீலம்; கெடிகார வில்கள், சண்டைக் கத்திகள் செய்யலாம். 280°—317° ச. வரையில் ஆழ்ந்த நீலம்; உளி, ரம்பம் போன்றவை செய்ய உபயோகிக்கலாம்.

கார்பன் அசுத்தங்கள் குறைவாயுள்ள எஃகு மித (மிருது) எஃகு (mild steel) எனப்படும். அதிலுள்ள கார்பனின் அளவை அதிகப்படுத்துவதனுல் எஃகின் பிகுவான தன்மையை அதிகமாக்கலாம்.

கடின எஃகு (hard steel) :—எஃகை மற்ற உலோகங்களுடன் சேர்த்து உலோகக் கலவை யாக்குவதால் அதன் கடினத் தன்மையை அதிகமாக்கலாம். வெவ்வேறு கார்ியங்களுக்குப் பயன்படும்படி எஃகை வெவ்வேறு விதமான உலோகக் கலவைகள் செய்கிருர்கள்.

எஃகுடன் மங்கனீசு கலந்த உலோகக் கலவை யுத்த தளவாடங்கள் செய்யப் பயன்படுகிறது. குரோமியத்துடன் சேர்ந்த எஃகு துருப்பிடிக்காது; கறுக்காது. இதைத்தான் (stainless steel) என்கிரேும். எஃகும் டங்ஸ்டனும் சேர்ந்த உலோகக்கலவை இரும்பையும் எஃகையும் வெட்டக்கூடிய கடினத்தன்மையுள்ள எஃகு ஆகும். நிக்கல்-எஃகுக்கலவை, கம்பிகளாகச் செய்வதற்கு உகந்தது. நிக்கல்-எஃகு, மோட்டார் வண்டி செய்யும் தொழிலுக்கும் எஞ்சின் பாகங்களுக்கும் உபயோகமாகிறது. இன்வார் (invar) என்னும் நிக்கல்-எஃகுக் கலவை ஈடுசெய்த கெடிகார வில்-

களிலும், ஊசல்களிலும் உபயோகிக்கப்படுவது முன்னரே கூறப்பட்டுள்ளது. எஃகின்மேல் நிக்கல் முலாம் பூசுவதனுல் துருப்பிடித்தலைத் தடுத்து நல்ல தோற்றமும் உண்டாகிறது. துவிச்சக்கர வண்டியினது பாகங்களின்மேல் நிக்கல் முலாம் பூசியிருப்பதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். மாலிப்டினம் (molybdenum), வானடியம் (vanadium) என்ற உலோகங்களுடன் எஃகைச் சேர்த்து உலோகக் கலவை செய்து கடின எஃகு தயாரிக்கப்படுகிறது.

தாமிரம்

முதன் முதலாக மனிதனுல் உபயோகிக்கப்பட்ட உலோகம் தாமிரமே. இரும்பிலுள்ள கார்பனின் அளவைச் சரிப்படுத்தி வெவ்வேறு வேலைகளுக்குப் பயன்படும்படி செய்வதற்குமுன், கத்தி, கோடரி முதலிய ஆயுதங்கள் எல்லாம் வெண்கலத்தினுல் செய்யப்பட்டவை. அந்தக் காலத்துக்கு "வெண்கல யுகம்" (bronze-age) என்று பெயர். வெகு காலமாக இந்தியாவில் அனேக இடங்களில் சுரங்கங்களினின்றும் தாமிரம் வெட்டியெடுக்கப்பட்டதற்கு அனேக அத்தாட்சிகள் உள்ளன.

தோன்றுதல் :— இயற்கையில் தாமிரம் தனிப்பட்ட நிலையில் சுபீரியர் ஏரி, சைனு, ஜப்பான் முதலிய இடங்களில் கிடைக்கிறது. ஆனுல், தாமிரத்தின் தாதுக்களிலிருந்தே அதிகமான தாமிரம் கிடைக்கிறது. தாமிரக்கல் அல்லது குப்பிரைட்டுக்கல் (cuprite), சிவப்பு வர்ணமுள்ள கெம்பு தாது (ruby ore) என்பவை ஆக்ஸைடு தாதுக்கள். மாலகைட்டு (malachite), செப்பு நீலக்கல் (azurite) என்பவை தாமிர-உப்பு-மூல-கார்பனேட்டுத் தாதுக்களாகும். தாமிர-சல்பைடு தாதுக்குத் தாமிர கிளான்ஸ் (copper glance) என்றும், தாமிரம், இரும்பு சேர்ந்த இரட்டைச் சல்பைடுக்குச் செப்புக் கந்தகக்கல் (copper pyrites) என்றும் பெயர். இந்தியாவில் பீஹார் மாகாணத்திலுள்ள சிங்பூம்

(Singhbhum) ஜில்லாவில் தாமிர தாதுக்கள் கிடைக்கின்றன. ராஜபுதனத்திலும், ஜெய்ப்பூரிலும், ஹிமாலயப் பிரதேசங்களிலும் தாமிர தாதுக்கள் கிடைக்கின்றன.

தாமிரத்தின் உபயோகங்கள் :— தாமிரம் எளிதில் மின் கடத்தியாதலால், மின்சார சம்பந்தமான தொழிலுக்கு மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது. உலகத்தில் கிடைக்கும் தாமிரத்தில் பெரும்பகுதி மின்சார ஜனனிகள், மோட்டார்கள், ஸ்விச்சு, தகடுகள் போன்ற அனேக கருவிகள் செய்யவும், தந்தி, டெலிபோன் கலையில் கம்பிகளாகவும், கோல்களாகவும், பேரிங்கு (bearings) களாகவும், ரேடியோ கருவிகளிலும் உபயோகமாகிறது. மற்றொரு பெரும்பகுதி உலோகக் கலவைகளாக அனேக விதங்களில் பயனாகிறது.

தாமிரத்துடன் உலோகக் கலவைகள்

பித்தளை (brass) தாமிரமும் 16% முதல் 35% வரை எடையுள்ள நாகமும் கலந்தது; பாத்திரங்கள் செய்ய உபயோகமாகிறது. ஈரமான காற்றில் கூட மங்கலடைந்து உப்பு மூல கார்பனேட்டு மெல்லிய படையாக உண்டாகிறது. இது ஒரு கொடிய விஷம். உணவுகளைத் தாமிரம், அல்லது பித்தளைப் பாத்திரங்களில் வைத்திருந்தால் வெகு சீக்கிரத்தில் களிம்பு உண்டாகிவிடும். இதைத் தடுக்க அப்பாத்திரங்களுக்கு வெள்ளீயம் பூசப்படுகிறது. பித்தளையானது தகடுகளாகவும், கம்பிகளாகவும், கோலாகவும், குழாய்களாகவும், வார்ப்படமாகவும் செய்யப் பயன்படுகிறது. யுத்த காலத்தில் கார்ட்ரிட்ஜ், ஷெல் (cartridge, shell) உறைகளாகப் பித்தளை ஏராளமாக உபயோகப்பட்டது. இவற்றில் சுமார் 30% நாகமும், 70% தாமிரமும் கலப்பு.

வெண்கலம் :— ஆங்கில வெண்கலத்தில் தாமிரம் 95%, வெள்ளீயம் 4%, நாகம் 1% ஆகும். பழைய காலத்து வெண்கலத்தில் 88% தாமிரம், 12% வெள்ளீயம். தற்-

காலத்தில் சிலைகள் செய்ய உபயோகிக்கப்படும் வெண்கலத்தில் தாமிரம் 88%, வெள்ளீயம் 10%, நாகம் 2%. பீரங்கி வெண்கலத்தில் (gun metal) 90% தாமிரமும், 10% வெள்ளீயமும் கலப்பு. இக் கலவை அரிக்கும் தன்மையை எதிர்க்கும் சக்தி வாய்ந்தது. மணி வெண்கலம் (bell metal) 75% தாமிரமும், 25% வெள்ளீயமும் சேர்ந்த உலோகக் கலவை.

ஜெர்மன் வெள்ளி (German silver):— 56% தாமிரம், 24% நிக்கல், 20% நாகம் சேர்ந்தது. இதைப் பளபளப்பாக்கலாம். சீக்கிரத்தில் அரிக்க இயலாது. கைவிரல்கள் பட்டாலும் பளபளப்புப் போவதில்லை. ஆகையால், இப்பொழுது குண்டூசிமுதல் ஆஸ்பத்திரிகளில் ரணசிகிச்சைக்கு உபயோகப்படும் ஆயுதங்கள் வரை அனேக கருவிகள் செய்வதற்கு இது உபயோகிக்கப்படுகிறது.

தங்க நாணயங்களில் 11 பங்கு தங்கத்துடன், 1 பங்கு தாமிரம் கலப்பு. தாமிர நாணயங்களில் தாமிரம் 95%, நாகம் 1%, வெள்ளீயம் 4%. நிக்கல் நாணயங்களில் 75% தாமிரமும், 25% நிக்கலும் உண்டு. வெள்ளி நாணயங்களிலும் தாமிரக் கலப்பு உண்டு.

பாஸ்வர - வெண்கலம் (phosphor - bronze):— இது தாமிரத்துடன் கொஞ்சம் பாஸ்வரம் சேர்ந்த கலவை. இது எளிதில் அரிக்கப்படாதது. சுலபமாக அச்சில் வார்க்கலாம். ஆகாய விமானங்களில் உள்ள முன்-தள்ளிகள் (propellers) இக்கலப்பு உலோகத்தினுல் ஆனவை.

தாமிரமும் பெரில்லியமும் (beryllium) சேர்ந்த கலவை மிகக் கடினத் தன்மையுடையது. ஆனுல், இரும்பைப்போல் நெருப்புப் பொறிகளை உண்டாக்காது. ஆகையால், இது வெடிமருந்துகள், குண்டுகள் தயாரிக்கும் எந்திர சாலைகளில் அதிகமாக உபயோகிக்கப்படுகிறது.

டியூரலுமினியம் (duraluminium) என்பது 95% அலுமினியம், 4% தாமிரம், 1% சிலிகனும் மங்கனீசும்

சேர்ந்தது. இவ்வுலோகக் கலவை இலேசாயிருப்பதுடன் பலமுள்ளதாயு மிருப்பதால் ஆகாய விமானங்கள் கட்டுவதற்குப் பயன்படுகிறது.

நாகம்

தோன்றுதல் :—நாகம் தனிப்பட்ட நிலையில் கிடைப்பதில்லை. ஆனால், பிற தனிப்பொருள்களுடன் சேர்ந்து கூட்டுப் பொருளாகக் காணப்படுகிறது. நாக- கந்தகக்கல் (zinc blende) என்ற நாக-ஸல்பைடும், காலமைன் (calamine) என்ற நாக - கார்பனேட்டும், சிவப்பு நாக தாது அல்லது ஸிங்கைட்டு (zincite) என்ற ஆக்ஸைடும், நாகத்தின் தாதுக்களாகும். பர்மாவில் ஷான் (Shan) பீடபூமியில் நாகத்தாது கிடைக்கின்றது.

குணங்கள் :—நாகம் நீலங்கலந்த வெண்மை நிறமான உலோகம். அதன் ஒப்பு அடர்த்தி 6·9 முதல் 7·2 வரையிலிருக்கும். உருகு நிலை 420° ச.; இதைச் சுலபமாகத் தூளாக்கலாம். குளிர்ச்சியாயிருப்பின் கடினமாகவும் எளிதில் நொறுங்குந் தன்மையுடையதாகவும் இருக்கும். சூடாக்கினால் மிருதுவாகவும் மெல்லிய தகடு செய்யக் கூடிய தன்மை உடையதாகவு மிருக்கும். காற்றில் நாகத்தின்மேல், நாக-ஆக்ஸைடு மெல்லிய படைபோல் உண்டாகும். இதனால், நாகம் முழுவதும் ஆக்ஸைடாக மாறுவது தடுக்கப்படுகிறது. இரும்பைப்போல் அவ்வளவு சுலபமாக நாகம் காற்றில் துருப்பிடிக்காது. ஆகையால், நாகத்தை இரும்பின்மேல் முலாம் பூசுவது வழக்கம். சுத்தமான நாகத்தின்மேல் அமிலங்கள் கிரியை செய்யா. அசுத்த நாகமே அமிலங்களால் பாதிக்கப்படும்.

உபயோகங்கள் :—தாமிரத்துடன் நாகத்தை உருக்கிச் சேர்ப்பதால் கிடைக்கும் பித்தளையானது தகடுகள், கம்பிகள், வீடுகளில் உபயோகிக்கும் பாத்திரங்கள் செய்யவும், மின்சாரத் தொழிலுக்கும் ஏராளமாக உபயோகப்படுகிறது.

மின்சாரப் பாட்டரிகளில் நாகம் மின்-வாயாகப் பயன்படு-கிறது. அயத்தின்மேல் நாகத்தை முலாம் பூசிய தகடுகளைக் கட்டிடங்களிலும், கம்பிகளை வேலியாகவும் உபயோகிக்-கிறார்கள். திருகாணிகள், சங்கிலிகள், குழாய்கள் முதலி-யன செய்வதற்கும் இது உபயோகப்படுகிறது.

நாகத்தூள் ரசாயனச்சாலையில் ஒரு குறைப்பானாக உபயோகப்படுகிறது. நாக-ஆக்ஸைடு ஒரு சிறந்த வர்ணப்பூச்சாகவும், நாக-சல்பைடும் பேரியமும் சேர்ந்து லிதோபோன் என்ற பெயரில் வர்ணப்பூச்சாகவும் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. நாக-சல்பேட்டானது தொத்து நீக்கி-யாகவும் நிறம் நிறுத்தியாகவும், நாக-குளோரைடு மரங்-களைப் பாதுகாக்க மேல்பூச்சாகவும், நாகத்தின் வேறு சில கூட்டுப்பொருள்கள் மருந்தாகவும் பல் வைத்தியத்திற்கும் உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

வெள்ளீயம் (tin)

வெள்ளீயம் தனிப்பட்டு இயற்கையில் கிடைப்பதில்லை. ஆனால், காசிடிரைட்டு (cassiterite), அதாவது வெள்ளீயக்-கல் (tin stone) என்ற ஆக்ஸைடும், ஸ்டானைட்டு (stannite) என்ற சல்பைடும் தாதுக்களாகக் கிடைக்கின்றன. பீஹாரிலும், பர்மாவிலும் வெள்ளீயத் தாதுக்கள் சிறிதளவு கிடைக்கின்றன.

குணங்கள் :—இது ஒரு வெள்ளை நிறமான, பளப்பளப்-புடன் கூடிய உலோகம்; இதன் ஒப்பு அடர்த்தி 7·3; உருகு-நிலை 232° ச. இது அடித்து நீட்டக்கூடிய தன்மையும் கம்பிகளாக இழுக்கக்கூடிய தன்மையும் வாய்ந்தது. கத்தி-யால் வெட்டக்கூடிய அளவு மிருதுவானது. இதன் ஒரு முக்கியமான குணம், இதை மடிக்கும்போது உண்டாகும் தனிமையான சப்தமாகும்.

உலர்ந்த காற்றில் இது மங்கலடைவதில்லை. ஆகை-யால், இதை இரும்பின்மேல் முலாம் பூசுவதற்கு உபயோ-

கிக்கிருர்கள். வெள்ளியச் சாமான்கள் காற்றினுல் பாதிக்கப்படுவதில்லை என்பதுடன் அமிலங்களாலும் சுலபமாகப் பாதிக்கப்படமாட்டா.

உபயோகங்கள் :—உலோகங்கள் காற்றில் துருப்பிடிக்காமல் இருக்கச்செய்ய, அவற்றின்மேல் வெள்ளீய முலாம் பூசுவது வழக்கம். வெள்ளீயம் வீடுகளில் சமையலுக்கு உபயோகமாகும் பாத்திரங்கள் செய்வதற்குப் பயன்படுகிறது. ஈயப்பற்று (solder) என்பது காரீயமும் வெள்ளீயமும் கலந்த உலோகக் கலவை. இது ஈயப்பற்று வைப்பதற்கு உபயோகப்படுகிறது. வெள்ளீய - ரசக்கலவை கண்ணுடிகளுக்குப் பூச உதவுகிறது. வெண்கலம் என்பது தாமிரம், நாகம், வெள்ளீயம் மூன்றும் சேர்ந்த உலோகக் கலவை. இரும்பின்மேல் வெள்ளீய முலாம் பூசப்பட்ட பாத்திரங்களிலேதான் இறைச்சி, மீன், பழங்கள், ஊறுகாய்கள் முதலியன கெடாமல் இருக்க வைக்கப்படுகின்றன. வெள்ளீய - அன்டிமனிக் கலவையானது பிரிட்டானியா வெள்ளீயம் என்ற பெயரோடு டீ - கோப்பைகள் (Tea Cups), கரண்டிகள், முள் கரண்டிகள் முதலியன செய்வதற்கு உதவுகிறது. வெள்ளீய - குளோரைடு இயற்கை, செயற்கைப் பட்டாடைகளில் நிறம்-நிறுத்தியாக உபயோகிக்கப்படுகிறது.

காரீயம் (lead)

காரீய கந்தகக்கல் (galena) என்ற காரீய - சல்பைடிலிருந்தே காரீயம் அதிகமாகக் கிடைக்கிறது. இந்தத் தாதுவுடன் எப்பொழுதும் கொஞ்சம் வெள்ளி கலந்தே காணப்படும். செருசைட்டு (cerussite) என்பது காரீயகார்பனேட்டு; அங்கிலிசைட்டு (anglesite) என்பது சல்பேட்டுத் தாது. க்ரோகோசைட்டு (crocosite) காரீய - குரோமேட்டு. பீஹாரில் சோடா - நாகபுரி (Chota Nagpur) பிரதேசத்திலும், பர்மாவில் ஷான் பீடபூமிப் பிரதேசத்திலும் காரீயத் தாதுக்கள் கொஞ்சம் கிடைக்கின்றன.

காரீயத்தின் குணங்கள் :—காரீயம் ஒரு நீலங் கலந்த வெண்மையான உலோகம். இது மிகவும் மிருதுவானது. புதிதாக வெட்டப்பட்ட துண்டு பளபளப்பாயிருக்கும். ஆனால், காற்றில் மங்கிப்போகும்.

உபயோகங்கள் :— காரீயம் அதிகமான ரசாயனப் பொருள்களுடன் கிரியை செய்யாது. ஆகையால், வாணிப முறையில் காரீயக் குழாய்கள் செய்வதற்கும், கந்தக அமிலம் தயாரிப்பதில் அறைகளைக் காரீயத் தகடுகளால் பொருத்துவதற்கும் உபயோகப்படுகிறது. காரீயத்துடன் சிறிது நாகம் கலந்த உலோகக் கலவையால் காரீய ரவைகளும், குண்டுகளும் செய்யப்படுகின்றன. காரீயமும் வெள்ளீயமும் சேர்ந்த கலவை ஈயப்பற்றுகவும், காரீயம்-அன்டிமனி-வெள்ளீயக் கலப்பு அச்சு-உலோகமாகவும் பயன்படுகின்றன.

காரீயத்தின் கூட்டுப் பொருள்களில், காரீய-கார்பனேட்டு (ஈயவெள்ளை) வர்ணப்பூச்சாகவும், ஈயச்செந்தூரம் (red lead) இரும்புச் சாமான்களின்மேல் பூசும் பூச்சாகவும், சிவப்பு வர்ணப்பூச்சாகவும், வார்னிஷ் எண்ணெய்களிலும் உபயோகப்படுகின்றன. காரீய-நைட்டிரேட்டு சாயம் தோய்ப்பதிலும் காலிகோ அச்சிடுவதிலும், காரீய-அசிடேட்டு வைத்தியத்திலும் பயன்படுகின்றன.

அலுமினியம்

உலோகத்திலேயே மிக அதிகமாகக் கிடைக்கும் உலோகங்களில் அலுமினியம் மூன்றுவது ஸ்தானம் வகிக்கிறது. அலுமினியம் தனிப்பொருளாக இயற்கையில் கிடைப்பதில்லை. ஆனால், கூட்டுப்பொருளாக அனேக தாதுக்களில் காணப்படும். குருவிந்தக்கல் (corundum), சிவப்புக்கல் (ruby), நீலக்கல் (sapphire), எமெரி (emery) என்று வெவ்வேறு பெயரில் வழங்கும் தாது அலுமினியம்-ஆக்ஸைடு ஆகும். பாக்ஸைட்டுக்களி (bauxite) என்பது

சிறிதளவு அயக-ஆக்ஸைடுடன் கலந்த நீருள்ள அலுமினியம்-ஆக்ஸைடு. க்ரையோலைட்டு (cryolite) என்பது அலுமினியமும் சோடியமும் சேர்ந்த இரட்டைப் புளோரைடு (double fluoride). வெல்ஸ்பார் (felspar) என்பது அலுமினியம், பொட்டாசியம் இவற்றின் இரட்டைச் சிலிகேட்டு. கேயோலின் (kaolin) அல்லது சீனக்களிமண் (China clay) என்பது நீருடைய அலுமினியம்-சிலிகேட்டு. அலுமினியத் தாதுக்கள் சேலம் ஜில்லாவிலும், மைசூரில் ஹன்சூர் பிரதேசத்திலும் சிறிதளவு கிடைக்கின்றன.

அலுமினியத்தை பாக்ஸைட்டுக்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கும் முறை மின்சாரத்தின் இரசாயன பலன் என்ற பாடத்தில் கூறப்பட்டுள்ளது.

குணங்கள்:—இது ஒரு வெள்ளை நிறமான உலோகம். இதன் ஒப்பு அடர்த்தி 2·6; உருகுநிலை 657° ச. இதைத் தகடாகவும், கம்பிகளாகவும் செய்யக்கூடும். இதற்குக் கடினத்தன்மையும் பிகுத்தன்மையும் (tenacity) அதிகம். உஷ்ணத்தினுல் எளிதில் நொறுங்கும். இது சிறந்த வெப்பங்கடத்தியும், மின்-கடத்தியும் ஆகும். சுலபமாக மங்கலடையாது. அதிகமான உஷ்ணநிலையில் சூடாக்கினுல் காற்றில் இவ்வுலோகம் எரியும். அதன் பயனுக அதிக உஷ்ணமும் வெளிச்சமும் உண்டாவதுடன் அலுமினியம்-ஆக்ஸைடு உண்டாகிறது.

உபயோகங்கள்:—மக்னலியம் (magnalium) என்பது மகனீசயம், அலுமினியம் சேர்ந்த உலோகக்கலவை. இது அலுமினியத்தைவிட அதிகக் கடினமானது; அதைவிடச் சிறந்த மின்-கடத்தியுமாகும். அலுமினிய-வெண்கலம் (aluminium bronze) என்பது அலுமினியம், தாமிரம் இவற்றின் கலப்பு. இது பொன்மஞ்சள் நிறமானது. இதை உருக்கி ஊற்றி அச்சில் வார்க்கலாம். நல்ல பளபளப்பாக்கலாம். அலுமினியம் மின்சார ஓட்டத்தைத் தாங்கிச்

செல்லவும், சமையல் பாண்டங்கள் செய்யவும் ஏராளமாக உபயோகப்படுகிறது. டியூரலுமினியம் (duraluminium) என்பது 4% தாமிரம், சுமார் 1% சிலிகன், மங்கனீசு, மீதி அலுமினியம் சேர்ந்த உலோகக் கலவை. இது ரயில்வே, ரஸ்தா போக்குவரவுச் சாதனங்கள் ஆகியவற்றில் அதிக-மாக உபயோகமாகிறது. ரயில் வண்டிகள், சாமான் (goods) வண்டிகள் முதலியவை கட்டுவதிலும், மோட்டார் வண்டிகளில் எஞ்சின் பாகங்களாகவும் உட்பாகங்களாக-வும், ஆகாய விமானங்களின் பாகங்களாகவும் உபயோக மாகிறது.

அலுமினியத்தின் கூட்டுப்பொருள்களான சல்பேட்டு-கள், குளோரைடுகள், படிகாரம் (alum) என்ற அலுமினிய-பொட்டாசிய, அலுமினிய-அம்மோனிய இரட்டைச் சல்-பேட்டுகள் முதலியன காகிதத் தொழில், சாயம் போடுதல், தோல் பதனிடுதல், தண்ணீரைச் சுத்தம் செய்தல், தாது எண்ணெய்களிலிருந்து நிறத்தையும் மணத்தையும் நீக்குவது போன்ற அனேக முறைகளில் உபயோகப்படு கின்றன.

இந்தியாவில், மத்தியப் பிரதேசத்தில் ஜபல்பூர் ஜில்லா-விலுள்ள கட்னி (Katni) என்ற இடத்திலும், பம்பாய் ராஜ்யத்தில் கெய்ரா (Kaira) ஜில்லாவிலும், பிலாஸ்பூர், மாண்ட்லா (Mandla) ஜில்லாக்களிலும், சிர்கூஜா (Sirguja), ஜாஷ்பூர் (Jashpur) பிரதேசங்களிலும் கோலாப்பூர், ராஞ்சி ஜில்லாக்களிலும், பீஹாரிலும், ஜம்மு, காஷ்மீர் பிரதேசங்களிலும் பாக்ஸைட்டுக்களி ஏராளமாகக் கிடைக்-கிறது. இது முக்கியமாக, பெட்ரோலியத்தைச் சுத்தப்-படுத்தும் முறையில் வடிகட்டியாகவும், படிகாரங்கள் தயாரிக்கவும், வர்ணப்பூச்சாகவும், எளிதில் உருகாத (refractories) அலுமினியப் பாத்திரங்கள் செய்யவும் பயனுகிறது.

வெள்ளி

வெள்ளி, தங்கம், பிளாட்டினம் இம் மூன்று உலோகங்களும் பிராணவாயுவுடன் சுலபமாகச் சேர்க்கையுரு. மேலும் இவற்றின் கூட்டுப் பொருள்களிலிருந்து இலகுவாக இவற்றை உஷ்ணத்தினுல் பிரிக்கக் கூடும். ஆகையால், இவை உயர்ந்த உலோகங்கள் (noble metals) எனப்படும். மைசூரிலும், பர்மாவில் ஷான் பீடபூமிப் பிரதேசத்திலும் வெள்ளித்தாது கிடைக்கின்றது.

தோன்றுதல் :—தனிப்பட்ட நிலையிலேயே பெருங்கட்டிகளாக வெள்ளி கிடைக்கின்றது. சில இடங்களில் தங்கம், தாமிரம் இவற்றுடன் கலந்தும் காணப்படும். தங்கமும், வெள்ளியும் சேர்ந்து எலெக்ட்ரம் (electrum) என்ற தாதுவில் காணக்கிடக்கிறது. தங்கத்தைப் பிரித்தெடுக்கும்போது வெள்ளியும் பிரிகிறது. வெள்ளி கிளான்ஸ் (silver-glance) என்ற வெள்ளி-சல்பைடு காரீயக் கந்தகக்கல் (galena)லுடன் கலந்து அகப்படுகிறது. ஹார்ன் வெள்ளி (horn silver) என்பது வெள்ளி-குளோரைடுத் தாது.

குணங்கள் :—வெள்ளி ஒரு வெள்ளை நிறமுள்ள, பளபளப்பான, மிருதுவான உலோகம். இதன் ஒப்பு அடர்த்தி 10·5 ; உருகு நிலை 960° ச.; தங்கத்துக்கு அடுத்தபடியாக, வெள்ளியைச் சுலபமாகத் தகடாக்கவும், கம்பியாக நீட்டவும் கூடும். ஒரு கிராம் எடையுள்ள வெள்ளியைச் சுமார் ஒரு மைல் நீளமுள்ள கம்பியாக நீட்டலாம். வெள்ளியைத் தட்டி 4,000-இல் 1 அங்குலம் ($\frac{1}{4000}$ அங்.) கனமுள்ள மெல்லிய தகடாகவும் செய்யக் கூடும். இது நல்ல வெப்பங்கடத்தியாகும்.

வெள்ளி எந்த உஷ்ண நிலையிலும் ஆக்ஸைடாக மாருது. ஆனுல், வெள்ளியை உருக்கினுல் அந்நிலையில் ஏராளமாகப் பிராணவாயுவை உறிஞ்சி, அது கெட்டிப்படும்போது பிராணவாயுவை வெளியாக்கும் குணம்

உடையது. சாதாரண உஷ்ணநிலையில் பிராணவாயு, காற்று, தண்ணீர் இவற்றால் பாதிக்கப்படாது. ஆனால், கந்தகத்துடன் கறுப்பான வெள்ளி-சல்பைடாகிவிடும்.

உபயோகம் :—வெள்ளி பளபளப்பாயிருப்பதால் ஆபரணங்கள் செய்ய உபயோகமாகிறது. தாமிரத்துடன் கலந்து வெள்ளி நாணயங்கள் செய்யப்படுகின்றன. பித்தளை போன்ற பாத்திரங்களுக்கு வெள்ளி முலாம் பூச உதவுகிறது. போட்டோப் படம் பிடிக்கும் முறையில் வெள்ளி உப்புக்கள் உபயோகமாகின்றன. வெள்ளி - நைட்டிரேட்டு வைத்தியத்தில் கண்மருந்தாகவும், குளிர் அலமாரிகள், ஆகாய விமானங்கள் இவற்றில் வெள்ளிப்பொடி பற்றவைப்பதற்கும், பல் வைத்தியத்திற்கும், கண்ணாடிகளுக்குப் பூசுவதற்கும் பயன்படுகிறது.

தங்கம்

தங்கம் தனிநிலையிலேயே இயற்கையாகக் கிடைக்கும். குவார்ட்ஸ் என்ற வெள்ளைக் கல்லில் மஞ்சள் நிறமுள்ள கோடுகளாகக் காணப்படும். அதன் மஞ்சள் நிறத்தினால் பாறையில் அது போகும் பாதையைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். இந்தியாவில் மைசூரில் கோலார் பிரதேசத்தில் தங்கப்படிவுகளையுடைய சுரங்கங்கள் உள்ளன. எலெக்ட்ரம் என்பது வெள்ளி அதிகமுள்ள தங்கத்தின் தாது. அஸ்ஸாம், ஒரிஸ்ஸா மாகாணங்களில் ஓடும் ஆறுகளில் வண்டல் மண்ணோடு கொஞ்சம் தங்கம் காணப்படுகிறது.

பிரித்தெடுத்தல் :—தங்கம் கலந்த பாறைகளை வெடிமருந்தினால் உடைத்து, பிறகு எந்திரங்களின் உதவியால் பொடியாக்குவார்கள். இதைப் பாதரசம் பூசப்பட்ட தாமிரத் தகடுகளின் மூலமாக, ஓடும் தண்ணீரினால் கழுவுவார்கள். இலேசான பாறைத்தூள் தண்ணீரினால் அடித்துக்கொண்டு போகப்படும். தங்கம் பாதரசத்துடன் இரசக் கலவையாகிவிடும். இரசக் கலவையைக் காய்ச்சினால் பாதரசம் ஆவியாக

மாற, தங்கம் தனிப்பட்டுவிடும். பாதரச ஆவியைக் குளிரச் செய்து, மறுபடியும் அதை உபயோகிக்கலாம்.

மேற்கூறப்பட்ட முறையில் தங்கத்தூள் முழுவதும் பாதரசத்தில் சேர்ந்துவிடாது. சில பொடிகள் தண்ணீரோடு ஓடிவிடும். ஆகையால், தண்ணீருடன் போகும் தங்கத்தைப் பெற, அதைப் பொட்டாசியம் - சயனைடுக் கரைசலுடன் சேர்த்தால், தங்கம் மாத்திரம் கரைந்துவிடும். பொட்டா-சியம் - சயனைடுக் கரைசலில் துத்தநாகத் தகடுகளைப் போட்டால் தங்கம் பெயர்ச்சி அடையும்; அல்லது கரைசலில் மின்சாரத்தைச் செலுத்துவதனுலும் தங்கத்-தைப் பெறலாம்.

தங்கத்தைச் சுத்தம் செய்வதற்கு தங்க-குளோரை-டைக் கரைத்து, அதில் சுத்தமான தங்கக்கோலை நெகட்டி-வாகவும் (எதிர்-மின்-வாய்), அசுத்தத் தங்கத்தடியை நேர்-மின்-வாயாகவும் உபயோகித்து மின்சாரத்தைச் செலுத்-தினல், நேர்-மின்-வாயிலிருந்து தங்கம் கரைந்து எதிர்-மின்-வாயில் சுத்தமான தங்கம் படியும்.

குணங்கள் :—சுத்தமான தங்கம் ஒரு மிருதுவான மஞ்சள் நிற உலோகம். அதைச் சுலபமாக மெல்லிய தகடுகளாகவும், மெல்லிய கம்பியாகவும் செய்யக்கூடும். காற்றில் உஷ்ணப்படுத்தியபோதிலும் இவ்வுலோகம் ஒரு மாறுதலையும் அடைவதில்லை. சாதாரண அமிலங்களால் பாதிக்கப்படாது. ஒரு பங்கு அடர் நைட்ரிக அமிலத்-துடன் 3 பங்கு அடர் ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலம் கலந்த கலவையிலேயே தங்கம் கரையும். இக்கலவைக்கு இராஜத் திராவகம் (aqua regia) என்று பெயர்.

உபயோகங்கள் :—சுத்தமான தங்கம் மிகவும் மிருது-வானது. ஆகையால், அதை மற்ற உலோகங்களுடன் கலந்தால் வேலைக்குத் தகுதியடையும். சுத்தமான தங்கம் 24 காரட்டாகும். சாதாரண சவரன் நாணயம் 22 காரட்டு.

அதாவது அதில் 22 பங்கு சுத்தத் தங்கமும், 2 பங்கு தாமிரமும் கலந்துள்ளது. அதன் பளபளப்பு, காற்றிலுைம் அமிலத்திலுைம் பாதிக்கப்படாது என்ற தன்மையையும் உத்தேசித்து அதை ஆபரணங்கள் செய்ய உபயோகிக்கிருர்கள். அது தங்கமுலாம் பூசவும், மெல்லிய இழைகளாய் சரிகை நூலாகச் செய்யவும், ஊற்றுப்பேனு நிப்புகளாகவும் (nibs), மூக்குக் கண்ணுடிச் சட்டங்களாகவும் செய்ய உபயோகப்படுகிறது.

பாதரசம்

தோன்றுதல்:—சிறிதளவு இரசம் தனிப்பட்ட முறையில் இயற்கையில் அகப்படுகிறது. ஆனல், பெரும்பாகம் ரச கந்தகச் சிலே அல்லது இங்குலிகம் (cinnabar) என்ற சல்பைடு தாதுவிலிருந்தே கிடைக்கிறது.

எடுக்கும் முறை:—சல்பைடு தாதுவைக் காற்றில் வறுத்தால் கந்தக-டை-ஆக்ஸைடு வெளியேற, இரசம் ஆவி ரூபத்தில் மீதியாகும். இதைக் குளிர்ச்சியான அறைகளில் செலுத்தித் திரவமாய்ச் சுருக்கி, இரும்புப் புட்டிகளில் அடைப்பார்கள்.

மற்ருெரு முறையில் இரச-சல்பைடைச் சுட்ட சுண்ணும்புடன் சேர்த்து உஷ்ணப்படுத்துவதனுல் கால்ஸியம்-சல்பைடும், இரச ஆவியும் உண்டாகும். ஆவியைக் குளிரச் செய்து திரவமான ரசத்தைப் பெறலாம்.

இரசத்தை பதனிட்ட மலேயாட்டுத் தோலில் (chamois leather) போட்டுக் கசக்கிப் பிழிந்தால், அதிலுள்ள அசுத்தங்கள் நீங்கும். நீளமான குழாயிலுள்ள நைட்டிரிக அமிலத்தின் மூலமாகச் செலுத்திலுல் இரசம் மேலும் சுத்தமடையும். இரும்பு வாலேயில் இரசத்தைக் காய்ச்சி வடிப்பதிலுைம் சுத்தமான இரசத்தை அடையலாம்.

இரசத்தின் குணங்கள் :—சாதாரண உஷ்ணநிலையில் திரவ ரூபமான உலோகம் இது ஒன்றே. இது பளபளப்பான வெள்ளை நிறமுள்ளது. இதன் ஒப்பு அடர்த்தி 13·6, கொதிநிலை 357° ச., உறைநிலை — 39° ச. இது சிறந்த வெப்பங்கடத்தி. அதிகமான உஷ்ணநிலையில் மின்கடத்தியாகி இரசத்தின் ஆவி பச்சைநிற வெளிச்சத்துடன் எரியும். இரும்பைத் தவிர, தங்கம் முதலிய மற்ற உலோகங்களுடனும் இரசக்கலவை யடையும்.

இரசத்துக்கு அதிகமான இரசாயனக் கிரியை செய்யும் சக்தியில்லை. ஆதலால், சில வாயுக்களைச் சேகரிப்பதற்கு இரசத்தை உபயோகிக்கிறார்கள். ஈரமற்ற காற்றில் இரசம் மங்கலாவதில்லை. ஆனால், காற்றில் காய்ச்சினால் பிராணவாயுவுடன் கூடி மெர்க்குரிக-ஆக்ஸைடாகிறது.

உபயோகங்கள் :—பாரமானிகளும், உஷ்ணமானிகளும் செய்வதற்கு இரசம் உபயோகப்படுகிறது. மேலும், கண்ணாடிகளுக்கு இரசம் பூசவும், தண்ணீரில் கரையக்கூடியதும், ஆனால் இரசத்துடன் சேர்க்கையுறாததுமான வாயுக்களைச் சேகரிக்கவும் பிரயோசனப்படுகிறது. இரசக்கலவை ஏராளமாக உபயோகமாகிறது. உதாரணமாக, நாக இரசக் கலவையை மின்சாரக் கலங்களில் உபயோகிக்கிறார்கள். தங்கத்தைப் பாறைகளிலிருந்து பிரித்தெடுக்கும் முறையிலும் இரசக்கலவை பயன்படுகிறது. மெர்க்குரிக-குளோரைடு அல்லது ரச-கர்ப்பூரமும், மெர்க்குரிக-குளோரைடு என்ற சவ்வீரமும், பூரம், வீரம் என்ற பெயர்களில் மருந்துகளாக உபயோகிக்கப்படுகின்றன. மெர்க்குரி-ஆவி விளக்குகள் நாளுக்குநாள் அதிகமாக உபயோகத்திற்கு வந்து கொண்டிருக்கின்றன. சிவப்பு-ஆக்ஸைடு கப்பல்களின் அடிப்பாகங்களுக்கும் புகைபோக்கிகளின் மேல் வெளிப்பூச்சாகவும், மெர்க்குரிக - சல்பைடு சாதிலிங்கம் (vermilion) என்ற பெயரில் சிவப்பு வர்ணப் பூச்சாகவும் உபயோகமாகின்றன. தற்காலத்தில் வெடி-

மருந்துகளை எரியச் செய்வதற்கும் பாதரசம் வெடி பொருளாக உபயோகிக்கப்படுகிறது.

மங்கனீசு

இயற்கையில் மங்கனீசு தனிப்பட்ட நிலையில் கிடைப்பதில்லை. மங்கனீசின் ஆக்ஸைடு தாதுவாகிய பைரோலுசைட்டும் (pyrolusite), நீருள்ள ஆக்ஸைடு தாதுவுமே இயற்கையில் கிடைப்பவை.

நவீன நாகரிக வாழ்க்கையில் மங்கனீசு மிக முக்கிய ஸ்தானத்தை வகிக்கிறது. இந்தியாவில் அனேக இடங்களில் மங்கனீசின் தாதுக்கள் அகப்படுகின்றன. உலகத்திலேயே ரஷ்யாவுக்கு அடுத்தபடியாக இந்தியாவில்தான் அதிகமான மங்கனீசு தாது கிடைக்கிறது. மத்திய மாகாணத்தில் பால்காட்டு (Balghat), நாகபுரி (Nagpur), பாண்ட்ரா (Bhandra) ஜில்லாக்களிலும், சென்னை மாகாணத்தில் சாண்டூர் சமஸ்தானத்திலும் (Sandur State), விசாகப்பட்டினத்திலும், பம்பாய் ராஜதானியில் பான்ச் மஹால்ஸ் (Panch mahals) என்னும் இடத்திலும், பீஹாரில் சிங்பூம் (Singbhum) ஜில்லாவிலும், அதற்கு அருகாமையிலுள்ள கியோன்ஜீஹார் (Keonjihar), போனெய் (Bonai) சமஸ்தானங்களிலும் மங்கனீசு தாதுக்கள் கிடைக்கின்றன.

உபயோகங்கள் :— தொழிற்சாலைகளில் பயன்படும் உலோகங்களில் மங்கனீசு மிக முக்கியமானது. எஃகு தயாரிப்பதில் எஃகிலிருந்து கந்தகத்தையும் ஆக்ஸிஜனையும் நீக்குவதற்கு அதிகமாக உபயோகமாகிறது. சுமார் 1% மங்கனீசு சேர்ந்த எஃகு கட்டிடங்களுக்கும், தண்டவாளங்களுக்கும் உபயோகிக்கப்படுகிறது. எஃகுடன் சுமார் 12% மங்கனீசைச் சேர்ப்பதனுல் எஃகின் பிகுத்தன்மையை அதிகப்படுத்தலாம். பாட்டரிகளில் மங்கனீசு-டை-ஆக்ஸைடு துருவத்துவம் நீக்கியாகப் பயன்படுகிறது. மைகள்

(inks), வார்னிஷ்கள், வர்ணப்பூச்சுகளுடன் மங்கனீசு-டை-ஆக்ஸைடைச் சேர்ப்பதால், அவை சீக்கிரம் உலரக்கூடும். சோடியம், பொட்டாசியம் இவற்றின் பர-மாங்கனேட்டுக் கரைசல்கள் தொத்து நீக்கிகளாகும்.

ரேடியோக் கிளர்ச்சி உலோகங்கள்
(Radio-active metals)

மஞ்சள் ப்ாஸ்வரத்தை இருட்டில் பார்த்தால் அதைச் சுற்றி ஒரு வெளிச்சம் தெரிகிறது என்றும் அதற்குப் பாஸ்வரக் காந்தி எனப்பெயர் என்றும் முன்னர் கூறியுள்ளோம். அம்மாதிரியே, சில உலோகங்களிலிருந்து காந்தி வெளிப்பட்டுக்கொண்டே யிருக்கிறது. அதன் பயனுக அந்த உலோகங்கள் கொஞ்சம் கொஞ்சமாகக்குறைந்து மறைந்துவிடும். இம்மாதிரி உலோகங்களுக்கு ரேடியோக் கிளர்ச்சி உலோகங்கள் என்று பெயர். இவ்வுலோகங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டபின், வஸ்துவின் அமைப்பைப் பற்றிய அணுக்கொள்கை மாற்றியமைக்கப்படவேண்டியதாயிற்று. விஞ்ஞானத் துறையில் அனேக புரட்சிகரமான விஷயங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. ரேடியோக் கிளர்ச்சி உலோகங்களில் யுரேனியம், தோரியம், ரேடியம் என்ற மூன்று உலோகங்களைப்பற்றி இங்கே தெரிந்து கொள்வோம்.

தோரியம் என்பது தோரைட்டு (thorite) என்ற சிலிகேட்டுத் தாதுவிலிருந்தும், தோரியனைட் (thorianite) என்ற டை-ஆக்ஸைடு தாதுவிலிருந்தும் கிடைக்கிறது. மோனேசைட்டு (monozite) என்ற மற்ருெரு தாதுவில் 4% முதல் 18% வரையில் தோரியம் உண்டு. இந்தியாவில் திருவாங்கூர் (திருவிதாங்கூர்) சமுத்திர மணலில் ஏராளமாக மோனேசைட்டு இருக்கிறது. பிரேசில் (Brazil) தேசத்தில் கிடைக்கும் மோனேசைட்டை விட இது சிறந்ததாக இருப்பதுடன் மலிவாகவும் உள்ளது.

தோரியத்தின் கூட்டுப்பொருள்கள் முக்கியமாக வெண்சுடரை யுண்டாக்கும் வாயு மாண்டில்கள் (incandescent gas mantles) செய்வதற்குப் பயன்படுகின்றன. மின் விளக்குகளிலுள்ள டங்ஸ்டன் இழைகளில் கொஞ்சம் தோரியம் சேர்ப்பதனல் டங்ஸ்டன் பிரிந்தழிதல் தடுக்கப்படுகிறது.

1902-ஆம் ஆண்டில் ரூதர்போர்டு (Rutherford), சாடி (Soddy) என்பவர்கள் தோரியத்திலிருந்து ஒரு பிரத்தியேகமான காந்தி வாயு ரூபத்தில் வெளிப்பட்டுக்கொண்டேயிருப்பதைக் கண்டுபிடித்தார்கள். ஒரு தோரிய உப்புடன் அம்மோனியத்தைச் சேர்த்துக் கிடைத்த வடிநீரில் மிகக் குளிர்ச்சியுண்டாகக்கூடிய பொருள் இருப்பதாகக் கண்டார்கள். இப் பொருளுக்குத் தோரியம் X (Thorium X) என்று பெயர் கொடுத்தார்கள். ஒரு மாதத்துக்குப்பின் தோரியம் X கிளர்ச்சியை முழுதும் இழந்துவிட்டது. ஆனல், முன்னர் கிடைத்த தோரியம் ஹைடிராக்ஸைடு வீழ்ப் படிவு அதே சக்தியை அடைந்தது என்றும் கண்டார்கள்.

யூரேனியம் (uranium) :— பொஹீமியா (Bohemia), சாக்ஸனி (Saxony), கிழக்கு ஆப்பிரிக்கா, கொலராடோ (Colorado) என்ற இடங்களில் ஏராளமாகக் கிடைக்கும். பிச்சு பிளண்டி (pitch blende) என்ற கருப்பு நிறத் தாது, யூரேனியத்தின் ஆக்ஸைடு. கார்னேலைட்டு (carnolite) என்ற மற்றொரு தாதுவில் சுமார் 40% யூரேனியம் இருக்கிறது. இத் தாதுக்களில் ரேடியமும் மிகக் குறைந்த விகிதத்தில் உள்ளது. யூரேனியத்தின் உப்புக்கள் போட்டோப்பட முறையிலும், ஒ[illegible] கண்ணடி (fluorescent) செய்வதிலும் உபயோகப்படுகின்றன. இரும்பும் தோரியமும் சேர்ந்த உலோகக் கலவை, சில பிரத்தியேகமான எஃகு வகைகளைத் தயாரிக்கப் பயன்டுகின்றது. தோரிய உப்புக்கள் சாயம் நிறுத்தியாகவும், காலிகோ அச்சிடுவதிலும் உபயோகப்படுகின்றன.

ரேடியம் :—உலகத்திலேயே மிகக் குறைந்த அளவில் தயாரிக்கப்பட்ட உலோகம் ரேடியமாகும். ரேடியம் யூரேனியத்தின் தாதுக்களிலிருந்து கிடைக்கிறது. யூரேனியம் பிரிக்கப்பட்ட பிறகு, 3 கோடிப்பாகம் யூரேனியத்திலிருந்து ஒரு பங்கு ரேடியம்தான் கிடைக்கும். யூரானிமைட்டும் (uranimite or pitch blende) கார்னேலைட்டு என்ற மற்றொன்றுந்தான் ரேடியத்தின் தாதுக்களாம்.

வைத்தியத்தில் கான்ஸெர் (cancer) என்ற புற்றுநோய், சில தோல் சம்பந்தமான வியாதிகள் இவற்றின் சிகிச்சைக்காக ரேடியம் உபயோகமாகிறது. ரேடியம் பிரிந்தழியும்போது வெளிப்படும் ராடான் (radon) என்ற வாயுவுக்கும் ரேடியத்தின் குணமுண்டு. நாக சல்பைடுடன் சேர்ந்த ரேடியமானது கடிகாரம், காந்த ஊசி, மின் ஸ்விச்சுகள், பீரங்கி முனைகள், ரேடியோ அறிகுறிகள் முதலியவற்றில் உபயோகப்படுகிறது. X கிரணங்கள் (X-Rays) படம் பிடிப்பதில் ரேடியமும் உபயோகிக்கப்படுவதுண்டு. உலோகங்களிலுள்ள குறைகளைக் காணவும் ரேடியம் பயன்படும். ரேடியம் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பிறகே விஞ்ஞானத்தில் பொருளின் அமைப்பைப்பற்றிய புரட்சிகரமான கொள்கைகள் ஏற்பட்டன. மாடம் கியூரி (Madam Curie) யும் அவர் கணவனும் சேர்ந்து செய்த தன்னலமற்ற தியாகங்களின் பலனாகக் கிடைத்தது ரேடியம். உலகம் அன்னார்களை என்றென்றும் போற்றக் கடமைப்பட்டுள்ளது.

உலோகக் கலவைகளைப் பற்றியும் அவற்றின் தன்மைகளைப்பற்றியும் முன்னரே கூறப்பட்டுள்ளது. அங்கு கூறப்பட்டுள்ளவற்றில் முக்கியமான [illegible]வற்றை மறுபடியும் இங்கு பார்ப்போம்.

1. பித்தளை :— தாமிரமும், 16% முதல் 35% வரை நாகமும் கலந்தது.
2. வெண்கலம்:—(a) ஆங்கில வெண்கலம் : தாமிரம் 95%, வெள்ளீயம் 4%, நாகம் 1%.

(b) பழைய காலத்து வெண்கலம்: தாமிரம் 88%, வெள்ளீயம் 12%.
(c) தற்காலத்து வெண்கலம் (சிலைகள் செய்ய): தாமிரம் 88%, வெள்ளீயம் 10%, நாகம் 2%.
(d) பீரங்கி வெண்கலம்: தாமிரம் 90%, வெள்ளீயம் 10%.

3. மணி வெண்கலம் :— தாமிரம் 75%, வெள்ளீயம் 25%.

4. அச்சு உலோகம் :— காரீயம் 75%, அன்டிமனி 20%, வெள்ளீயம் 5%.

5. டியூரலுமினியம் :— அலுமினியம் 95%, தாமிரம் 4%, சிலிகனும், மங்கனீசும் 1%.

6. துருப்பிடிக்காத எஃகு :— எஃகின்மேல் நிக்கல் முலாம் பூசுவதனுல் துருப்பிடிப்பது தடுக்கப்படும். குரோமியம் முலாம் பூசப்பட்ட எஃகு துருப்பிடிக்காது, கறுக்காது. இதற்குக் கறுக்காத எஃகு என்று பெயர்.

கலப்பு உலோகங்களின் உபயோகங்களைப் பற்றி ஆங்காங்கே கூறப்பட்டுள்ளது.

அத்தியாயம் 13

ஆல்கஹால் (Alcohol)

கரும்புச் சர்க்கரையைத் தண்ணீரில் கரைத்து, கரைசலைச் சிறிதுநேரம் காற்றில் திறந்து வைத்திருந்தால், அது நொதிக்கிறது. சர்க்கரைக் கரைசல் நொதிப்பதற்குக் காரணம் காற்றில் இருக்கும் சில நுண்ணிய ஈஸ்டு (yeast) என்ற தாவர சம்பந்தமான ஒருவகைப் பொருளாலேயே. நொதித்தல் ஏற்படும்போது கரைசலில் பல சிறு கொப்புளங்கள் உண்டாகின்றன. இவை கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு

கொப்புளங்களாம். இவ்வாறு உண்டாவதுடன் ஆல்கஹால் அல்லது சாராயமும் உண்டாகிறது. சர்க்கரைக் கரைசலுடன் கொஞ்சம் ஈஸ்டு (yeast) என்ற புளிக்கடைச் சேர்த்தாலும் ஆல்கஹாலும், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடும் உண்டாகும். கரைசலைக் காய்ச்சி வடிப்பதனால் ஆல்கஹாலைத் தனியாகப் பெறலாம். இத்துடன் விடுவிக்கப்பட்ட கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை எஃகு உருளைகளில் சேகரித்து, சோடா முதலிய பானங்களைத் தயாரிப்பதற்கு உபயோகிக்கிறார்கள். மேற்கூறப்பட்டபடி கிடைக்கும் ஆல்கஹாலில் தண்ணீரின் விகிதம் அதிகமாயிருக்கும். ஆகையால், அதனுடன் சுட்ட சுண்ணும்பைச் சேர்த்து மறுபடியும் காய்ச்சி வடித்தால், 85% ஆல்கஹாலும் 15% தண்ணீருமுள்ள திரவமும் கிடைக்கின்றன. இதற்குச் சுத்தி செய்த ஸ்பிரிட்டு (rectified spirit) என்று பெயர்.

ஆல்கஹாலின் குணங்கள் :—ஆல்கஹால் ஒரு நிறமற்ற திரவம். காரமான வாசனையும் எரிச்சலான ருசியும் உள்ளது. தண்ணீருடன் எந்த அளவிலும் கலக்கும். கலவையானது பால்போல் வெண்மை நிறமாக இருக்கும். ஆல்கஹால் எளிதில் ஆவியாகக் கூடியது. இதன் கொதிநிலை 78° ச. தண்ணீரில் கரையாத அனேக பொருள்கள் ஆல்கஹாலில் கரையும். இது கார்பன், ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன் மூன்றும் கூடிய அங்கக திரவம்.

சாராயப் பானங்கள் :— திராட்சை ரஸத்துடன் ஈஸ்டு சேர்த்தாலும் சாராயம் (ஆல்கஹால்) உண்டாகிறது. திராட்சைப் பழத்தின் தோலிலேயே அதை நொதிக்கச் செய்யக்கூடிய ஈஸ்டு இருப்பதால், அதிலிருந்து கிடைக்கும் ஒயின் (wine) இயற்கையாகவே லாகிரி உண்டாக்கக்கூடியது. ஏல் (ale) என்ற திரவத்தில் 4% முதல் 7% சாராயமும் ஒயினில் (திராட்சை ரசத்தில்) 9% முதல் 23% சாராயமும், விஸ்கி போன்ற பானங்களில் 40% முதல் 50% வரை சாராயமும் இருக்கும். ஒயினைக் காய்ச்சி

வடிப்பதால் பிராந்தி உண்டாகிறது. பீட் கிழங்கு, உருளைக்கிழங்கு, அரிசி போன்ற தானியங்களிலிருந்தும் சாராயம் தயாரிக்கப்படுகிறது. பார்லி அரிசியிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் பானம் பீர் (beer) எனப்படும்.

சாராயம் போதை யுண்டாக்கக் கூடியது. கொஞ்சமாக உட்கொள்ளப்பட்டால் ஊக்கியாக (stimulant) வேலை செய்யும். தேகத்துக்கு ஓரளவு உஷ்ணத்தை அதிகப்படுத்தும். ஆனால், இப்பயன் வெகு விரைவிலே மறைந்து விடும். சாராய பானம் செய்தவனுடைய முகமும் தோலும் சிவப்பாவதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். இது ஏன் எனில், பானத்தின் விளைவாக இரத்தக் குழாய்கள் விரிவடைந்து, அவற்றின் மூலமாக அதிகமான இரத்தம் செல்லுகிறது. அதற்காக இருதயம் அதிக வேலை செய்ய வேண்டியிருப்பதால், நாளடைவில் பலவீனமடைந்துவிடும். சாராயம் மூளையையும் பாதிக்கிறது. முதலில் சிறுமூளை பாதிக்கப்படுவதனால், தசைகளின் ஒத்துழைப்பு தடுக்கப்பட்டு மனிதன் தள்ளாடுகிறான். பிறகு பெருமூளையும் பாதிக்கப்படுவதால் ஞாபகசக்தி குறைந்து நினைவையும் இழந்துவிடுகிறான். கல்லீரல், இரைப்பை முதலியவையும் சரியானபடி வேலைசெய்ய முடியாமல் போகும். ஆகையால், அஜீரணம், மலச்சிக்கல் முதலிய தீமைகள் உண்டாகும். சாராயத்தினால் மேற்கூறியபடி அநேக தீமைகள் உண்டாகின்றனவேயன்றி, அதனால் யாதொரு நன்மையுமில்லை. அது ஆகாரப் பொருளேயல்ல. சரீரத்தை வளர்ப்பதற்கோ, சவ்வுகளை புதுப்பிப்பதற்கோ தேவையான பொருள் எதுவும் சாராயத்தில் இல்லை.

ஆல்கஹாலின் உபயோகங்கள் :—ஆல்கஹால் மருந்து மூலிகைகளின் டிங்ச்சரைத் தயாரிக்க உபயோகப்படுகிறது. உதாரணமாக, டிங்ச்சர் அயொடின் என்பது நோவு, உஷ்ணம், எரிச்சல் முதலியவற்றுடன் கூடிய வீக்கத்தைக் குறைப்பதற்கு உபயோகப்படுகிறது. தண்ணீ-

ருக்கு அடுத்தபடியாக, ஆல்கஹால் ஒரு சிறந்த கரைப்பா-ணுகும். வார்னிஷ் எண்ணெய் செய்வதற்கும், சாயங்கள் செய்வதற்கும் பயன்படுகிறது. இறந்த பிராணிகளின் பாகங்களைப் பாதுகாப்பதற்கு அவற்றை ஆல்கஹாலில் போட்டு வைப்பார்கள்.

ஸ்பிரிட்டு-விளக்குகளில் எரிப்பதற்கு உபயோகப்படும் மெதிலேறு ஸ்பிரிட்டு, மரங்களைக் காய்ச்சி வடிப்பதனுல் கிடைக்கும் மெதில் ஆல்கஹால் (methyl alcohol) சிறிதளவு சாதாரண ஆல்கஹால், நிறமுண்டாக்கும் வஸ்து எல்லாம் சேர்ந்த கலவை. இதைப் பானமாக உபயோகிக்க முடியாது; எரிபொருளாகத்தான் உபயோகிக்கலாம்.

ஓடும் எந்திர சாதனங்களில் பெட்ரோலியத்தி-லிருந்து கிடைக்கும் பெட்ரோல், காசொலின் (gasolene), பென்சால் (benzol) போன்ற எரிதிரவங்களே உபயோகிக்-கப்படுகின்றன. இவற்றுடன் ஆல்கஹாலையும் கலந்து உபயோகிக்கலாம் என்று சமீபகாலத்தில் கண்டுபிடித்-திருக்கிருர்கள்.

கேள்விகள் :

1. (அ) தெளியவைத்து இறுத்தலுக்கும், வடிகட்டுதலுக்கும் என்ன வித்தியாசம்? (ஆ) ஆவியாக்குதலுக்கும், காய்ச்சி வடித்தலுக்கும் என்ன வித்தியாசம்?
2. இரு திடப் பொருள்கள் ஒன்றேடொன்று கலந்திருந்தால் அவற்றை எவ்வகைகளில் பிரிக்கலாம்? உதாரணங்-களுடன் விளக்குக.
3. வெடிமருந்திலிருந்து கந்தகம், கரித்தூள், வெடியுப்பு—இவைகளை எப்படி தனித்தனியாகப் பிரிப்பாய்?
4. வடித்திரவம், வடிகட்டிய நீர், வண்டல் — இவற்றை விளக்கு.
5. காய்ச்சி வடித்தலுக்கு உபயோகிக்கும் முறையைப் படத்-துடன் விளக்கு.

6. வடித்துப் பகுத்தல், படிகமாக்கிப் பகுத்தல்—விளக்குக. இம்முறைகளின் அடிப்படையான தத்துவம் என்ன ?
7. ஒரு திரவம் சுத்தமானதா, கலப்படமா என்று எப்படி அறியலாம் ?
8. கீழ்க்காணும் கலவைகளைப் பிரிக்கும் முறைகளைக் கூறு .— (அ) கரித்தூள், தாமிரிக-ஆக்ஸைடு; (ஆ) மணல், அயத்தூள்; (இ) கந்தகம், மணல் ; (ஈ) தண்ணீரும், சாராயமும் ; (உ) அயொடின், கிராவைட்டு ; (ஊ) சாதாரண உப்பும், நவச்சாரமும் ; (எ) வெடிமருந்து ; (ஏ) தாமிரக - சல்பேட்டுக் கரைசல் ; (ஐ) தண்ணீரும், கிரோசினும்.
9. பதங்கமாதல், பதங்கம்—உதாரணத்துடன் விளக்கு.
10. (அ) காய்ச்சி வடித்தலுக்கும், வடித்துப் பகுத்தலுக்கும் (ஆ) படிகமாக்குதலுக்கும், படிகமாக்கிப் பகுத்தலுக்கும்; என்ன வித்தியாசம் ?
11. இரசாயன மாற்றத்துக்கும், பௌதிக மாற்றத்துக்கும் உள்ள வித்தியாசங்கள் என்ன ? உதாரணங்களுடன் விளக்கு.
12. கீழ்க்காணும் மாற்றங்கள் இரசாயன மாற்றங்களா, பௌதிக மாற்றங்களா என்று தக்க காரணங்களுடன் கூறு. (அ) பனிக்கட்டி தண்ணீராகிறது ; (ஆ) மெழுகுவர்த்தி எரிகிறது ; (இ) மகனீசயம் எரிகிறது ; (ஈ) உப்பு தண்ணீரில் கரைகிறது ; (உ) சுட்ட சுண்ணும்பு தண்ணீரில் கரைகிறது ; (ஊ) கந்தகத்தை உஷ்ணப்படுத்துவது ; (எ) நாகம் அமிலத்தில் கரைகிறது ; (ஏ) அயொடின், நவச்சாரம் உஷ்ணமாக்கப்படுகின்றன.
13. (அ) சர்க்கரை, (ஆ) கந்தகம், (இ) அயம்—இவை அடையக் கூடிய பௌதிக, இரசாயன மாற்றங்களை விளக்கு.
14. மூலகம், கலவை, கூட்டுப்பொருள்—இலக்கணம் கூறு.
15. அயத்தூளையும், கந்தகத்தையும் எடுத்துக்கொண்டு, கலவைப் பொருளுக்கும் கூட்டுப்பொருளுக்கும் உள்ள வித்தியாசங்களை எப்படிக் காண்பிப்பாய் ?
16. கலவைப்பொருளுக்கும் கூட்டுப்பொருளுக்கும் என்ன வித்தியாசம் ?

17. சர்க்கரை தண்ணீரில் கரைவதற்கும், சுட்ட சுண்ணும்பு கரைவதற்குமுள்ள வித்தியாசம் என்ன?
18. கீழ்க்கண்ட வஸ்துக்கள் மூலகமா, கலவையா, கூட்டுப் பொருளா? (அ) உப்புக் கரைசல், (ஆ) தண்ணீர், (இ) காற்று, (ஈ) தங்கம், (உ) நவச்சாரம், (ஊ) வெடியுப்பு, (எ) ஹைடிரஜன், (ஏ) கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு.
19. அணுக்கள், மூலக்கூறுகள் என்பவை என்ன? (அ) அணுக்களை, (ஆ) மூலக்கூறுகளை ஒன்று சேர்க்கும் சக்திக்கு என்ன பெயர்?
20. "திரவங்களில் திடப்பொருள்கள் கரையும், வாயுப்பொருள்கள் ஒன்றோடொன்று தாராளமாகக் கலக்கும்." இதற்குக் காரணம் என்ன?
21. உதாரணங் கூறு:—(அ) சாதாரண உஷ்ண நிலையில் திரவமான இரண்டு மூலகங்கள், (ஆ) வாயுரூபமான இரண்டு மூலகங்கள், (இ) இரண்டு அலோக திடப் பொருள்கள், (ஈ) வாயுரூபமான கூட்டுப்பொருள்கள், (உ) திரவக்கூட்டுப் பொருள்கள், (ஊ) திடரூபமான கூட்டுப்பொருள்கள்.
22. உலோகங்களுக்கும் அலோகங்களுக்கும் முக்கிய வித்தியாசமென்ன?
23. ஹைடிரோ - குளோரிக அமிலம் பரிசோதனைச் சாலையில் எப்படித் தயாரிக்கப்படுகிறது? இதற்கு வேண்டிய ஆய்கருவிகளின் படம் வரை.
24. ஹைடிரோ - குளோரிக அமிலத்தின் முக்கிய பௌதிக, இரசாயன குணங்கள் யாவை?
25. ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலத்துக்குச் சோதனைகள் இரண்டு கூறு. இவ்வமிலத்தின் உபயோகங்கள் என்ன?
26. நீர்த்த, அடர் ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலம், நாகம், அயம், அலுமினியம், மகனீசயம்—இவற்றை எப்படிப் பாதிக்கிறது?
27. கார்பனேட்டுகள், ஆக்ஸைடுகள், பர-ஆக்ஸைடுகள்—இவற்றின்மேல் ஹைடிரோ - குளோரிக அமிலத்தின் கிரியை என்ன? உதாரணம் கூறு.
28. ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலத்துடன் (அ) வெள்ளி-நைட்டிரேட்டுக் கரைசலைச் சேர்ப்பதால், (ஆ) அம்மோனியாக்

கரைசலைச் சேர்ப்பதனால் உண்டாகும் மாறுதல் என்ன? விளைபொருள் என்ன?

29. கந்தக அமிலம் தயாரிக்கும் இரு முறைகளின் தத்துவம் யாது?

30. பரிச முறையில் கந்தக அமிலம் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது? இம்முறையில் கிரியா ஊக்கி யாது?

31. படத்தின் உதவியைக் கொண்டு காரீய அறைமுறையில் கந்தக அமிலம் தயாரிப்பதை விளக்கு.

32. காரீய அறைமுறையில் கந்தக அமிலம் தயாரிப்பதில் நைட்ரிஜனின் ஆக்ஸைடு எவ்வாறு பயன்படுகிறது?

33. கந்தக அமிலத்தின் உபயோகங்கள் என்ன?

34. நீர்த்த, அடர் கந்தக அமிலம் சாதாரண உலோகங்களுடன் கிரியை செய்வதனால் உண்டாகும் பலன் என்ன? உதாரணம் தருக.

35. கீழ்க்கண்ட பொருள்களின்மேல் கந்தக அமிலத்தின் கிரியை யாது? (அ) சோடியம்-குளோரைடு, (ஆ) வெடியுப்பு, (இ) மகனீசியம் - கார்பனேட்டு, (ஈ) மங்கனீசு-டை-ஆக்ஸைடு, (உ) பொட்டாசியம்-பர-மாங்கனேட்டு, (ஊ) பொட்டாசியம்-டை-குரோமேட்டு, (எ) எரி சோடாக் கரைசல், (ஏ) தாமிரிக-ஆக்ஸைடு.

36. பரிசோதனைச் சாலையில் நைட்டிரிக அமிலம் தயாரிக்கும் முறையைப் படம் வரைந்து விளக்கு. இதில் உபயோகமாகும் இரசாயனப் பொருள்கள் எவை? விளைபொருள்கள் எவை? ஏன் ரப்பர் அடைப்பான், குழாய் முதலியவற்றை உபயோகிக்கக் கூடாது?

37. நீர்த்த, அடர் நைட்டிரிக அமிலம் தாமிரம், நாகம், அலுமினியம், அயம், வெள்ளீயம்—இவற்றின்மேல் எப்படிக் கிரியை செய்கிறது?

38. நைட்டிரிக அமிலத்திலிருந்து சாதாரணமாக ஹைடிரஜன் வெளிவருவதில்லை. ஏன்? எந்த உலோகத்துடன் எந்த சந்தர்ப்பத்தில் நைட்டிரிக அமிலத்திலிருந்து ஹைடிரஜன் விடுவிக்கப்பெறும்?

39. நைட்டிரேட்டுகளுக்கும் நைட்டிரிக அமிலத்துக்கும் முக்கியமான சோதனைகள் என்ன?

40. அடர் நைட்டிரிக அமிலம் ஒரு வீரியமுள்ள ஆக்ஸிகரணி என்பதை விளக்கச் சோதனைகள் கூறு.

41. நைட்டிரிக-அமிலத்தின் முக்கிய உபயோகங்கள் யாவை?

42. காரங்களின் முக்கிய குணங்கள் என்ன? உதாரணம் கூறு.

43. எரி-காரம், மென்காரம்—இவற்றுக்கு உதாரணங்கள் கூறு. இவை எப்படி வித்தியாசப்படுகின்றன?

44. வாணிப முறையில் எரி-சோடா தயாரிக்கும் வழியைப் படத்துடன் விளக்கு.

45. சிறிய அளவில் எரி-சோடா எப்படித் தயாரிக்கலாம்?

46. சோடியம்-கார்பனேட்டு என்ற சலவை உப்பை லெப்-ளாங்கு முறையில், சால்வே முறையில் தயாரிப்பது எப்படி?

47. எரி-சோடா, சலவை-உப்பு—இவற்றின் உபயோகங்கள் என்ன?

48. எரி-சோடா, சலவை உப்பு—இவற்றின் முக்கிய குணங்கள் யாவை?

49. "உப்பு" என்றால் என்ன? உப்புக்கள் தயாரிக்கும் முறைகளைக் கூறு.

50. 'நடுநிலையாக்கல்' என்றால் என்ன?

51. எரிசோடா, எரி - பொட்டாசு — இவற்றை முறையே ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலம், கந்தக அமிலம், நைட்டிரிக அமிலம் இவற்றுடன் சேர்த்து நடுநிலையாக்குவதனால் கிடைக்கும் உப்புக்கள் யாவை?

52. எரி-காரத்தையும் கந்தக அமிலத்தையும் சேர்ப்பதனால் கிடைக்கும் இரண்டு உப்புக்கள் எவை? அந்த இரு உப்புக்களையும் தயாரிக்கும் வழியை நன்கு விளக்கு.

53. நடுநிலையாக்கும் சோதனைகளில் முடிவைக் காட்ட உபயோகமாகும் பொருள்கள் என்ன? அவை அமிலங்களுடன் உண்டாக்கும் நிறமென்ன?

54. சாதாரண உப்பு கிடைப்பது எப்படி?

55. கடல் நீரிலிருந்து கிடைக்கும் உப்பை எப்படிச் சுத்தம் செய்யலாம்?

56. பரிசோதனைச் சாலையில் சோடியம்-குளோரைடு தயாரிப்பது எங்ஙனம்?
57. சாதாரண உப்பின் முக்கிய குணங்கள் என்ன? அதன் உபயோகங்கள் யாவை?
58. குளோரின் வாயுவைப் பரிசோதனைச் சாலையில் எவ்வாறு தயாரிப்பாய்? ஆய்கருவிகளின் அமைப்பின் படம் வரை.
59. குளோரின் வாயுவின் முக்கிய குணங்கள் யாவை?
60. குளோரின் நிறைந்த ஜாடிகளில் கீழ்க்கண்ட வஸ்துக்களைச் செலுத்துவதனால் என்ன மாறுதல் உண்டாகும்? எரியும் மெழுகுவர்த்தி, எரியும் பாஸ்வரம், எரியும் சோடியம், கர்ப்பூரத் தைலத்தில் தோய்த்த வடிதாள், அன்டிமனித்தூளைத் தூவுவது, பல நிறமுள்ள ஈரமான புஷ்பங்களைப் போடுவது.
61. கீழ்க்கண்ட பொருள்களைக் குளோரின் எப்படிப் பாதிக்கிறது? ஈரமான நிறமுள்ள புஷ்பங்கள், ஈரமான சாதாரண மையினால் எழுதிய காகிதம், அச்சு எழுத்துள்ள காகிதம்.
62. ஹைடிரஜனும் குளோரினும் சேருவதனால் என்ன பலன் உண்டாகும்? இதை எவ்வாறு பரிசோதிப்பாய்?
63. குளோரின் வாயுவை கீழ்க்காணும் கரைசலுள் செலுத்துவதனால் என்ன மாறுதல் உண்டாகும்? வெள்ளி-நைட்டிரேட்டு, பொட்டாசியம்-புரோமைடு, பொட்டாசியம்-அயொடைடு, பொட்டாசியம்-ஹைடிராக்ஸைடு.
64. வாணிப முறையில் குளோரின் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது?
65. குளோரின் வாயு, திரவம்—இவற்றின் உபயோகங்கள் யாவை?
66. சலவைத்தூள் (நிற நீக்கித் தூள்) எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது? அதன் உபயோகங்கள் யாவை?
67. சோடியம் - குளோரேட்டு, பொட்டாசியம் - குளோரேட்டு: இவற்றின் உபயோகங்கள் என்ன?
68- அயொடினை உஷ்ணப்படுத்தினால் உண்டாகும் மாறுதல்கள் என்ன?
69. அயொடினைக் கரைக்கக்கூடிய திரவங்களையும் அவற்றில் அயொடினின் கரைசலின் நிறங்களையும் கூறு.

70. அயொடினின் முக்கிய உபயோகங்கள் யாவை?
71. கந்தகம் இயற்கையில் எப்படி உண்டாகிறது? அதில் இருந்து எப்படி கந்தகம் தயாரிக்கப்படுகிறது?
72. கந்தகத்தின் புறவேற்றுமையான ரூபங்கள் யாவை? அவற்றை எப்படித் தயாரிக்கலாம்?
73. கந்தகத்தை (அ) சோதனைக் குழாயில், (ஆ) புடக்குகையில் காய்ச்சுவதனுல் உண்டாகும் மாறுதல்கள் என்ன?
74. பண்படாக் கந்தகத்திலிருந்து சுத்தமான கந்தகத்தை அடைவது எங்ஙனம்?
75. கந்தகத்தின் உபயோகங்கள் யாவை?
76. கந்தக-டை-ஆக்ஸைடு தயாரிக்கும் முறைகள் சிலவற்றைக் கூறு.
77. பரிசோதனைச் சாலையில் கந்தக-டை-ஆக்ஸைடு எப்படித் தயாரிக்கப்படுகிறது? அதன் முக்கிய குணங்கள் என்ன? உபயோகங்கள் யாவை?
78. நிறம் நீக்குந் தன்மையில் கந்தக-டை-ஆக்ஸைடு குளோரினினின்றும் எப்படி வித்தியாசப்படுகிறது?
79. கீழ்க்கண்ட கரைசல்களில் கந்தக-டை-ஆக்ஸைடைப் பாய்ச்சுவதனுல் உண்டாகும் பலன்கள் என்ன? (அ) அமிலங் கலந்த பொட்டாசியம்-பர-மாங்கனேட்டு, (ஆ) அமிலங் கலந்த பொட்டாசியம்-டை-குரோமேட்டு, (இ) அடர் நைட்டிரிக அமிலம், (ஈ) எரி-சோடா.
80. சல்பேட்டுகளுக்கு முக்கிய சோதனை என்ன?
81. (அ) அம்மோனியம்-சல்பேட்டு, (ஆ) தாமிர-சல்பேட்டு, (இ) மகனீசயம்-சல்பேட்டு, (ஈ) படிகாரம், (உ) சோடியம்-தயோசல்பேட்டு என்னும் ஹைப்போ—இவற்றின் உபயோகங்களைக் கூறு.
82. பாஸ்வரம் எவ்வாறு கிடைக்கிறது?
83. பாஸ்வரத்தின் இரு வகைகள் யாவை? அவற்றுக்குள்ள வித்தியாசங்கள் என்ன?
84. பாஸ்வரம் உபயோகமாகும் தொழில் என்ன?
85. செந் தீக்குச்சிகளில் எவ்வகைப் பாஸ்வரம் உளது? எங்கே?
86. செந் தீக்குச்சிகளின் முனையில் உள்ள ரசாயனப்பொருள்கள் யாவை?

87. காப்புத் திக்குச்சிகளின் முனையிலும், பெட்டியின் பக்கத்திலும் உள்ள ரசாயனப் பொருள்கள் எவை?
88. பாஸ்வேட்டுகளுக்கும், ஹைப்போ - பாஸ்வேட்டுகளுக்கும் முக்கிய உபயோகம் என்ன?
89. சோடியம் - நைட்டிரேட்டு, பொட்டாசியம் - நைட்டிரேட்டு என்பவை யாவை? அவற்றை எப்படித் தயாரிக்கலாம்?
90. சோடியம் - நைட்டிரேட்டு, பொட்டாசியம் - நைட்டிரேட்டு, இவற்றின் முக்கிய உபயோகங்களைக் கூறு.
91. அம்மோனியம்-நைட்டிரேட்டு தயாரிக்கும் முறை என்ன? அதன் உபயோகம் யாது?
92. வாயு மண்டலத்திலுள்ள நைட்டிரஜனை ஸ்திரப்படுத்தும் முறையை விளக்கு. இதனால் உண்டாகும் பயன் என்ன?
93. தாதுக்கள் என்றால் என்ன? இரும்பு, பாதரசம், அலுமினியம்—இவற்றின் முக்கிய தாதுக்கள் என்ன?
94. அலுமினியம், பாதரசம், தங்கம், அயம்—இவை எவ்வாறு தாதுக்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன?
95. தாமிரம், நாகம், வெள்ளீயம், காரீயம்—இவற்றின் முக்கிய தாதுக்கள் யாவை?
96. நம் தேசத்தில் எவ்வுலோகங்களின் தாதுக்கள் இயற்கையில் கிடைக்கின்றன?
97. தோரியம், யூரேனியம், ரேடியம், மங்கனீசு—தாதுக்கள் எவை?
98. அயத்தின் மூன்று வகைகளென்ன? அவை எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகின்றன? அவை ஒவ்வொன்றும் எப்படிப் பயன்படுகின்றன?
99. எஃகின் வெவ்வேறு வகைகளையும் அவற்றின் உபயோகங்களையும் கூறு.
100. கறுக்காத (துருப்பிடிக்காத) எஃகு என்பது என்ன?
101. உலோகக் கலவை என்றால் என்ன? உலோகங்களைவிட உலோகக் கலவைகள் எவ்வகையில் சிறந்தவை?
102. பித்தளை, வெண்கலம், மணி வெண்கலம், அச்சு-உலோகம், டியூரலுமினியம்—இவை ஒவ்வொன்றிலும் உள்ள தனி உலோகங்கள் யாவை? இக் கலவைகளின் முக்கிய உபயோகம் என்ன?

103. ஆல்கஹால் எப்படித் தயார் செய்யப்படுகிறது? ஆல்கஹால் கலப்புள்ள சில பானங்களின் பெயரைக் கூறு.

104. ஆல்கஹால் தயாரிக்கும் முறையில் கிடைக்கும் உடன் விளைபொருள் என்ன?

105. 'ஆல்கஹால்' ஒரு உணவுப் பொருளா? ஏன்? அதனால் உண்டாகும் தீமைகள் யாவை?

106. ஆல்கஹாலின் சில முக்கிய உபயோகங்களைக் கூறு.

செய்முறைப் பயிற்சிகள்

1. கீழ்க்கண்ட இரசாயனப் பொருள்களைச் சோதனைக்குழாய்களில் தனித்தனியே உஷ்ணப்படுத்தி, நிகழும் மாறுதல்களைக் கவனி :—மெர்க்குரிக-ஆக்ஸைடு, பொட்டாசியம்-குளோரேட்டு, தாமிர-சல்பேட்டு, படிகாரம், நவச்சாரம் என்ற அம்மோனியம்-குளோரைடு.

2. கீழ்க்காணும் கலவைகளிலுள்ள பகுதிகளைப் பிரித்துத் தனிப்படுத்து: (அ) மணல், சர்க்கரைக் கலவை; (ஆ) சாதாரண உப்பும் நவச்சாரமும் சேர்ந்த கலவை; (இ) மணலும் அயத்தூளும் சேர்ந்த கலவை.

3. நாகம், அலுமினியம், அயம் இவ்வுலோகங்களின் மேல் ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலம், கந்தக அமிலம், நைட்டிரிக அமிலம்—இவற்றின் கிரியைகளைக் காண்க. நீர்த்த அமிலம், அடர் அமிலம் இரண்டிலும் தனித்தனிப் பலன்களைக் குறி.

4. சலவைக்கல், சுண்ணாம்புக்கல்—இவற்றை உஷ்ணப்படுத்துவதாலும், இவற்றுடன் அமிலங்களைச் சேர்ப்பதாலும் உண்டாகும் பலன்களைக் குறி.

———

பின்னிணைப்பு

சில திடப்பொருள்களின் உருகுநிலை

தேன் மெழுகு	61°—64° ச.	வெண்ணெய்	33° ச.
வெண் ,,	52°—56° ச.	கந்தகம்	115° ச.
நாப்தலின்	80° ச.	பனிக்கட்டி	0° ச.

சில திரவங்களின் கொதிநிலை

ஆல்கஹால்	78° ச.	கார்பன்-டை-சல்பைடு	47° ச.
ஈதர்	35° ச.	தண்ணீர்	100° ச.
கர்ப்பூரத் தைலம்	158° ச.	கிளிசரின்	290° ச.

சில பொருள்களின் சுய-வெப்ப-எண்

அலுமினியம்	·22	ஆல்கஹால்	·6
பித்தளை	·09	கிளிசரின்	·58
தாமிரம்	·094	பாதரசம்	·033
நாகம்	·094	ஒலிவை எண்ணெய்	·47
கண்ணாடி	·16	தண்ணீர்	1
இரும்பு	·115	கர்ப்பூரத் தைலம்	·41
காரீயம்	·031		
நிக்கல்	·109		

[நாலாம் படிவப் புத்தகத்தின் பின்னிணைப்பில் பொருள்களின் ஒப்பு அடர்த்திகள் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன.]

MODEL QUESTIONS—S.S.L.C.

GENERAL SCIENCE

(Time: Two Hours & a Half)

PART I

(Maximum Marks 30)

N.B :—Answer each question in ONE or TWO sentences:

1. What is the Importance of Proteins in our Food?
2. What is the cause of rickets?
3. Blood cannot flow from the ventricles to the auricles. Why?
4. What is the main function of the spinal cord?
5. Name any two functions of Skin.
6. What is the ductless gland whose harmone can cause gigantic growth?
7. An earthworm cannot move on a smooth surface. Why?
8. What is meant by 'mimicry' among animals?
9. Name the two essential parts of a flower.
10. What is the source of food for the castor seedling?
11. How do plants get carbon-dioxide for making starch?
12. Why do certain plants act as 'parasites'?
13. A piece of wood floats in water with 1/5 of its volume above water. What is its specific gravity?
14. Write the formula for calculating the mechanical advantage of a screw?
15. What is meant by specific heat?
16. Why are wollen clothes warmer than cotton clothes?

17. A sphere of lead is weighed in air, in water and in alcohol. In which liquid will it lose more weight? Why?
18. Name the two conditions for total internal reflection.
19. What does the atomic number of an element signify?
20. Name one clear test to find out whether a spherical mirror is concave or convex.
21. Why is petrol engine called an 'Internal Combustion Engine'?
22. Two equal lengths of German silver wire are given, one thick and the other thin. Which will have a greater electrical resistance?
23. What is the depolariser in the Lechlanche cell?
24. State one use of the Induction coil.
25. What is the electrolyte used for gold plating?
26. What is meant by sublimation?
27. Give an example of chemical displacement.
28. What do you observe when sulpher dioxide is passed through a solution of Potassium dichromate?
29. Of what metals is the alloy 'stainless steel' made?
30. Name a test for nitric acid.

PART II

(Maximum 70 Marks)

N.B:—(Answer ANY SEVEN questions. Each question carries 10 marks. Draw diagrams wherever necessary).

1. (a) Draw a diagram of the alimentary canal in man and name the parts.

(b) Where and how is digested food absorbed in the body?

2. (a) Explain what is meant by 'Photo-synthesis.'

(b) Describe an experiment to show that sun-light is required by plants for the preparation of starch.

3. (a) What is meant by pulmonary circulation?

(b) Draw a disagram showing the course of the blood from the time it leaves the right ventricle till it returns to the left auricle.

(c) What changes does the blood undergo in its course?

4. (a) Describe the stage in the life-history of the silk-moth?

(b) How is silk obtained from the cocoon of the silk-moth?

5. (a) How would you establish by experiment the relation between the length and the period of a simple pendulum?

(b) A pendulum of length 25 cm. has a period of one second. What would be the period of the pendulum whose length is 64 cm.?

6. (a) How would you determine experimentally the specific heat of some iron nails given to you?

(b) A copper calorimeter weighs 40 grams. When water is added to it, it weighs 70 grams. The initial temperature of the water is 30°C. When a piece of metal weighing 30 grams at 90°C is added to the water, its temperature rises to 40°C. What is the specific heat of the metal? (Specific heat of copper $=0\cdot1$).

7. Explain, with a diagram, the working of the induction coil.

8. (a) Describe how washing soda is manufactured by the ammonia-soda process.

   (b) Name two important tests to distinguish between washing soda and caustic soda ?

9. (a) Describe a method of finding the focal length of a convex lens.

   (b) You are given two convex lenses, one of short focal length, and the other of longer focal length. Show by a diagram how you would arrange them to form a compound microscope. Trace the paths of the rays from the object to the final image.

10. (a) How would you prepare pure, dry, chlorine in the laboratory ?

    (b) What is the action of chlorine on (i) antimony powder, (ii) potassium bromide solution

கலைச் சொற்கள்

PHYSIOLOGY AND HYGIENE

உடலியலும் சுகாதாரமும்

Abdomen - வயிறு
Absorption - உட்கவர்தல்; உட்கிரகித்தல்
Action, reflex - அனிச்சைச் செயல்
Air cells - காற்று நுண்ணறைகள்
Alimentary canal - உணவுப் பாதை
Ankle - கணைக்கால்
Anvil - பட்டைச் சிற்றெலும்பு
Aorta - பெரும் பாய்குழாய், மகா தமனி
Arm, fore - கீழ்க்கை
Arm-pit - அக்குள்
Arm, upper - மேற் கை
Artery, Pulmonary - நுரையீரல் தமனி
,, Renal - சிறுநீரக தமனி
Artificial respiration - செயற்கை மூச்சு
Assimilation - தன்மயமாக்கல்
Atlas - அட்லஸ்; பிடர் எலும்பு
Auricle - இதய மேலறை; ஆரிக்கள்
Axis - பிடர் அச்சு
Bacteria - பாக்டிரியா, பாக்டீரியா
Bath, cold - குளிர் நீராடல்
Beri-beri - பெரிபெரி
Biceps muscle - இருதலைத்தசை
Bile - பித்த நீர்
Bladder, urinary - சிறுநீர்ப் பை
Blade, shoulder - தோல்பட்டை எலும்பு
Blood, arterial - தமனி ரத்தம்
,, clot - ரத்த உறைவு
,, corpuscles - ரத்த அணுக்கள்
,, plasma - ரத்தப் பிளாஸ்மா
,, serum - ரத்த ஸீரம்
,, venous - சிரை ரத்தம்
Bone, carpal - மணிக்கட்டெலும்பு
,, collar - காறை எலும்பு
,, (claricle) - ஆரிக்கள்
,, heel - குதிகால் எலும்பு
,, hip - இடுப்பெலும்பு
,, nasal - மூக்கு எலும்பு
,, sphenoid - ஆப்பெலும்பு
,, tarsal - கணைக்கால் எலும்பு
,, temporal - பொட்டெலும்பு
Bowel - குடல்
Brain - மூளை
Breathing - மூச்சு விடல்; சுவாசித்தல்
Bronchitis - பிரோங்கைட்டிஸ், மூச்சுக்குழல் அழற்சி
Bronchus - மூச்சுக்கிளைக் [குழாய்
Bubble - குமிழி

Canal, auditory - செவிக் குழாய்
Capillaries, blood - ரத்த தந்துகிகள்
,, lymph - நிணநீர் தந்துகிகள்
Cartilage - குருத்தெலும்பு
Cavity, abdominal - வயிற்றறை
,, pulp - பற் கூழ்க் குழி
Cell division - ஸெல்-பிரிவு
Cellulose - ஸெல்லுலோஸ்
Cement of teeth - பற்காரை
Cereals - தானியங்கள், கூலங்கள்
Cerebellum - சிறு மூளை
Cerebrum - பெரு மூளை
Chest - மார்பு
Chord, vocal - குரல்நாண்
Chyle - குடற்பால்
Chyme - இரைப்பைப் பாகு
Ciliary muscle - சிலியாத் தசை
Circulation, pulmonary - நுரையீரல் ரத்த ஓட்டம்
Circulatory system - ரத்த மண்டலம்
Clot - உறைவு, கட்டி
Coccyx - குத - எலும்பு
Cochlea - (காது) நத்தை எலும்பு
Colon, Ascending - ஏறு உடல்
,, Descending - இறங்கு உடல்
,, Transverse - குறுக்குக் குடல்
Constipation - மலச்சிக்கல்
Consumption - க்ஷயநோய்
Contagion - ஒட்டுநோய்
Corpuscles, red - ரத்தச்சிவப் பணு
Corpuscles, white - ரத்த வெள்ளணு
Costal - விலா எலும்பு
Cranium - மண்டை ஓடு ; கபாலம்
Crown of tooth - பற்சிகரம்
Crystalline lens - விழிலென்ஸ்
Dentine - தந்தினி
Dermis - அடித்தோல்
Diaphragm - உதர விதானம்
Diarrhoea - பேதி வயிற்றுப் போக்கு
Diet, balanced - சரிவிகித உணவு
,, mixed - கலப்புணவு
Digestion - சீரணம் ; செரித்தல்
Disinfectant - தொற்று நீக்கி
Dislocation - மூட்டு நழுவுதல்
Duct - நாளம்
Duodenum - முன் சிறுகுடல்
Dysentery - சீதபேதி, ரத்த பேதி
Dyspepsia - அசீரணம் செரிப்பு மந்தம்
Ear-drum - செவிப்பறை
Ear, external - புறச்செவி
,, internal - உட்செவி
,, middle - நடுச்செவி
,, pinna - புறச்செவி
Efferent nerves - வெளிச்செல் நரம்புகள்
Elbow - முழங்கை
Emulsion - கூழ்ப் பால், பயஸ்யம்
Enamel - (பற்) சிப்பி
Enzyme - என்ஸைம்
Epidermis - மேல்-தோல்
Epiglottis - குரல்வளை மூடி
Eustachian tube - நடுச்செவிக் குழல்; யூஸ்டேசியன் குழல்

Excretion - கழிவு
Expiration - வெளிச் சுவாசம்
Eye - கண்
,, ball-விழி; விழிக்கோளம்
,, lash - இமை மயிர்
,, socket - நேத்திரக்குழி
Fat - கொழுப்பு
Fatigue, muscular - தசைச் சோர்வு—தளர்ச்சி
,, nervous - நரம்புச் சோர்வு—தளர்ச்சி
Femur - தொடை எலும்பு
Ferment - நொதி
Fever, Enteric - குடல் சுரம், என்டரிக் சுரம்
,, Typhoid - டைபாய்டு
Fibre - நார்
Fibrin - வைபிரின்
Febrinogen - வைபிரினஜன்
Fibula - கீழ்க்கால் வெளி எலும்பு
Food constituents - உணவின் பகுதிப்பொருள்கள்
Gall bladder - பித்தநீர்ப்பை
Germ - கிருமி
Gland - சுரப்பி
,, ductless - நாளமில்லா சுரப்பி
,, gastric - இரைப்பை நீர் சுரப்பி
,, intestinal - குடல்நீர் சுரப்பி
,, lymphatic - நிணநீர் சுரப்பி
,, salivary - எச்சில் சுரப்பி
,, sebaceous - எண்ணெய் சுரப்பி
,, sweat - வேர்வை சுரப்பி
Glottis - குரல்வளை வாய்
Glucose - க்ளுக்கோஸ்; பழச் சக்கரை
Glycogen - க்ளைக்கொஜன்
Gristle - இளம் குருத்தெலும்பு
Gullet - உணவுக்குழல்
Gum - ஈறு
Hœmoglobin - ரத்த நிறச்சத்து, ஹீமொகுளோபின்
Heart beat - இருதயத் துடிப்பு
Heredity - பாரம் பரியம்; பரம்பரைப் பண்பு
Hygiene - உடல்நலமுறை; சுகாதாரம்
Incisor - வெட்டுப்பல்
Inflammation - வேக்காடு; அழற்சி
Injection - குத்திப் புகுத்தல்; ஊசிபோடல்
Inoculation - இனகுலேஷன்
Inspiration - உட்சுவாசம்; மூச்சு உட்கொள்ளல்
Instep - உள்ளங்கால்
Intestines, large - பெருங் குடல்
,, small - சிறுகுடல்
Iris - கிருஷ்ண படலம்
Irritant - உறுத்தி
Jaundice - மஞ்சட் காமாலை
Jaw - தாடை
Joint, ball and socket - பந்து-கிண்ண மூட்டு
,, capsule of the - மூட்டுப் பை
,, gliding - வழுக்கு மூட்டு
,, hinge - கீல் மூட்டு
,, hip - இடுப்பு மூட்டு
,, immovable - அசையா மூட்டு
,, knee - முழங்கால் மூட்டு
,, movable - அசையும் மூட்டு
,, pivot - முளை மூட்டு
,, shoulder - தோள் மூட்டு

Joint, wrist - மணிக்கட்டு மூட்டு
Juice, gastric - இரைப்பை நீர்
,, intestinal - குடல் நீர்
,, pancreatic - கணைய நீர்
Kidney - சிறுநீரகம்
Knee-cap - முழங்கால்-சில்
Lacteals - குடற்பால்குழல்
Larynx - குரல்வளை
Ligament - பந்தகம்
Limb - புறத்துறுப்பு ; அவயவம்
Liver - கல்லீரல்
Lymph - நிணநீர்
Membrane - சவ்வு, படலம்
Microbe - அணுப்பிராணி
Micro-organism - சூக்கும அங்கஜீவி
Mineral matter - தாதுப் பொருள்
Mould - பூஞ்சக்காளான்
Mucous membrane - சிலேட்டுமப் படலம்
Muscle involuntary - இயங்கு தசை, வசமில்தசை
,, sphincter - சுருக்கு தசை
,, triceps - முத்தலைத் தசை
,, voluntary - இயக்கு தசை
Nerve, afferent - உட்செல் நரம்பு
,, efferent - வெளிச்செல் நரம்பு
,, motor - செய்கை நரம்பு
,, sensory - உணர்ச்சி நரம்பு
Nucleus - உட்கரு, நுக்லியஸ்
Nutrition - போஷணை
Oesophagus - உணவுக்குழாய்
Orbit - கண்குழி
Organs - உறுப்புகள்
Osmosis - சவ்வூடு பரவல், ஆஸ்மோஸிஸ்
Pancreas - கணையம்
Parasite - பரான்ன ஜீவி, ஒட்டுண்ணி
Parathyroid - கேடயச் சுரப்பித் துணை, பாராதைராயிடு
Petella - முழங்காற்சில்
Pepsin - பெப்ஸின்
Peptone - பெப்டோன்
Pericardium - இருதய உறை
Phalanges - விரல் எலும்புகள்
Pharynx - முன்தொண்டை
Phenyle - பினைல்
Physiology - சரீர சாஸ்திரம்
Pigment - நிறமி
Pituitary gland - பிட்யூட்டரி சுரப்பி
Plasma - பிளாஸ்மா
Pleurisy - ப்ளூரிஸி
Pneumonia - நியுமோனியா ; சளிக்காய்ச்சல்
Portal vein - போர்ட்டல் சிறை
Protein - புரோட்டீன்
Protoplasm - புரோட்டோப்பிளாஸம்
Pulmonary, artery - நுரையீரல் தமனி
,, vein - நுரையீரல் சிரை
Pulse - நாடித் துடிப்பு
Pupil of eye - கண்-மணி, பாவை
Pus - சீழ்
Putrefaction - அழுகுதல்
Pyramid - (சிறுநீரக) பிரமிடு
Radius - ஆர எலும்பு
Rectum - மலக்குடல்
Rennin - ரெனின்
Respiration - சுவாசம், மூச்சு
Retina - விழித்திரை

Rib - விலா எலும்பு
,, false - கள்ள விலாவெலும்பு
,, floating - தொங்கு விலாவெலும்பு
,, true - மெய் விலாவெலும்பு
Rickets - ரிக்கெட்ஸ்
Saliva - எச்சில்; உமிழ் நீர்
Salt, smelling - கார உப்பு; மோப்ப உப்பு
Scapula - தோள் பட்டையெலும்பு
Sclerotic - விழி வெளிப்படலம்; ஸ்கிளிராட்டிக்
Scurvy - ஸ்கர்வி
Semi-circular canals - அரை-வட்டக் குல்லியங்கள்
Semi-lunar valve - அர்த்த சந்திர வால்வு
Sense - புலன்
,, organs - பொறிகள்; இந்திரியங்கள்
Sight-long - வெள்ளெழுத்து; தூரப்பார்வை
,, short - கிட்டப்பார்வை
Skeleton - எலும்புக்கூடு
Skin - தோல்
Skull - மண்டையோடு; கபாலம்
Spinal column - முதுகுத்தண்டு
,, cord - தண்டுவடம்; சுஷும்ண நாடி
Spleen - மண்ணீரல்
Starch - ஸ்டார்ச்சு
Sternum - மார்பெலும்பு
Stethoscope - மார்புச்சோதினி
Stirrup - அங்கவடி
Stomach - இரைப்பை
Sweat - வேர்வை
Tactile corpuscles - தொடு உணர்ச்சி நரம்பணுக்கள்
Taste buds - சுவை அரும்புகள்
Teeth-canine - நாய்ப் பற்கள்; கோரைப் பற்கள்
,, grinding - அரைவைப் பற்கள்
,, milk - பாற் பற்கள்
,, molar - பின்கடைவாய்ப் பற்கள்
,, premolar - முன்கடைவாய்ப் பற்கள்
,, wisdom - விவேகப் பற்கள்
Tendon - தசை நாண்
Thigh - தொடை
Thorax - மார்பு அகம்; வக்ஷம்
Thyroid gland - கேடயச் சுரப்பி; தைராயிடு சுரப்பி
Tibia - கீழ்க்கால் உள் எலும்பு
Tonsil - டான்சில்
Tooth, pulp - பற் சோறு, பற்கூழ்
,, root - பல் வேர்
Trachea - மூச்சுக்குழல்
Trunk - முண்டம், நடு உடல்
Tympanum - செவிப்பறை
Ulna - முழங்கை எலும்பு
Urea - சிறு நீர் உப்பு
Ureter - சிறுநீர்க்குழாய்
Uric acid - சிறுநீர் அமிலம்
Urine - சிறுநீர்
Uvula - உள்நாக்கு
Vaccination - அம்மை குத்தல்
Valve, bicuspid - ஈரிதழ் வால்வு
,, semi-lunar - அர்த்த சந்திர வால்வு
,, tricuspid - மூவிதழ் வால்வு
Varnish - வார்னிஷ்
Vegetarian - சாகப்பட்சிணி
Vein - வடிகுழாய், சிரை
Vena cava, inferior - கீழ்ப் பெருஞ்சிரை

Vena cava, superior - மேற் பெருஞ்சிரை
Ventricle - (இதயக்) கீழறை ; வெண்டிரிக்கிள்
Vertebra, arch of - முள் எலும்பு வில்
Vitamin - வைட்டமின்
Windpipe - மூச்சுக்குழல்
Worm, ring - படர்தாமரை
Wrist - மணிக்கட்டு
Yeast - யீஸ்டு
Yolk - மஞ்சட் கரு

NATURAL SCIENCE

இயற்கை விஞ்ஞானம்

Adaptation - இணங்கமாறல், அனுசரணம்
Air space - காற்றிடம்
Algae - ஆல்காக்கள்
Amphibia - நீர் நில வாழ்வன
Animate - உயிருள்ள
Anther - மகரந்தப் பை
Aquatic plants - நீர்த்தாவரங்கள்
Bacteria - பாக்டீரியா, நுண் கிருமி
Barb - சுணை
Barbule - சிறு சுணை
Bast - பாஸ்டு
Beak - அலகு
Biology - ஜீவசாஸ்திரம், உயிர் நூல்
Bud - குருத்து, மொட்டு
Budding - அரும்புதல்
Bulb - பூண்டு
Butterfly - வண்ணாத்திப் பூச்சி
Capillarity - தந்துகிக் கவர்ச்சி
Carbohydrate - கார்போஹைடிரேட்டு
Carnivorous - மாமிச பட்சிணி, புலால் உண்ணும்
Caterpillar - கம்பளிப் புழு
Cell sap - ஸெல் ரஸம்
Cell wall - ஸெல் சுவர்
Cellulose - ஸெல்லுலோஸ்
Cereals - தானியங்கள்
Chlorophyll - குளோரோபில் ; பச்சையம்
Chloroplast - பசுங்கணிகம்
Cocoon - புழுக்கூடு
Cold-blooded animal - குளிர் இரத்தப் பிராணி
Compound leaf - கூட்டிலை
Contour feather - உடலிறகு
Cork - தக்கை
Corolla-அல்லி வட்டம், மகுடம்
Cortex - புறணி
Cotyleton - விதை இலை
Diastase - டயஸ்டேஸ்
Dispersal - பரவுதல்
Dorsal - முதுகுப்புற
Down feather - சிறுமென் தூவி, பொடி இறகு
Egg - முட்டை கரு
Explosive - அதிரி வெடிக்கும்
Feather - இறகு
Feather wing - இறக்கை இறகு
Fertile soil - வளப்ப மண்
Fertilization - கருவுறுதல், சினைப்படுதல், வளமாதல்
Fertilizer - உரம்
Fibrous root - சிம்பு வேர்
Filament - தாள்
Foliage - இலைச்செறிவு, தழை
Fruit - கனி

Fur - நுண்மயிர்
Ganglion - நரம்பு அணு முடிச்சு
Gills - செவுள்கள்
Grafting - ஒட்டுதல்
Guard cells - காப்பு ஸெல்லு-கள்
Herb - சிறு செடி
Hilum - விதைத்தழும்பு
Hybrid - கலப்பினம்
Instinct-இயற்கைத் தூண்டல், சகஜப்பிரேரணை
Larva - லார்வா
Lateral root - பக்க வேர்
Layering - பதியம் போடுதல்
Leaf - இலை
Leaflet - சிற்றிலை
Mammal - பாலூட்டும், பாலூட்டி
Manure - எரு, உரம்
Mesophyll - இலைநடுச்சோற் றணு
Mimicry - அனுகரணம் (அனு கரண, - ஓசை, - நிறம், - அமைப்பு)
Moss - பாசி
Moth - அந்திப் பூச்சி
Mould - பூஞ்சணம், பூஞ்சக் காளம்
Mushroom - நாய்க்குடை காளான்
Natural Science - பிரகிருதி சாஸ்திரம், இயற்கை விஞ்-ஞானம்
Nectar - மது
Ovary - சூற்பை
Ovule - (தாவர) சூல்
Ovum - (பிராணி) கரு
Parasite - பரான்னசீவி (Bot.) ஒட்டுண்ணி (Z.)
Petal - அல்லி

Pistil - சூலகம்
Pistilate - சூலகமுள்ள
Pith - உட்சோறு
Pod - வெடிக்கும் விதைப்பை
Pollen - மகரந்தம்
Pollen sac - மகரந்தப்பை
Pollination - மகரந்தச் சேர்க்கை
Pupa - பியூப்பா
Quill - இறகு, இறகடி மருந்து
Rachis - முதுகுத் தண்டு
Radicle - முளைவேர்
Resin - ரோசனம்
Rhizome - மட்டத்தண்டுக் கிழங்கு
Root hair - வேர்த் தூவி
Rootlet - கிளைவேர்
Scales - செதில்கள்
Secrete - சுரத்தல், சுரப்பு
Seed coat - விதையுறை
Seedling - நாற்று
Self-fertilisation - தன்-கரு-வுறுதல்
Self-pollination - தன்-மகரந் தச்சேர்க்கை
Sepal - புல்லி
Shoot - தண்டுகிளை
Shrub - குற்றுமரம்
Sieve tube - சல்லடைக்குழாய்
Soil - மண்
Stalk - காம்பு
Stamens-மகரந்தக் கேசரங்கள்
Staminal tube - மகரந்தக் குழாய்
Staminate - மகரந்தம் மட்டு-முடைய
Stem - தண்டு
Stigma - சூல் முடி
Stimulus - தூண்டல்
Stoma - இலைத்துளை
Style - சூல் தண்டு

Tadpole - தலைப்பிரட்டை, தவளைக்குஞ்சு
Tap root-ஆணிவேர், தாய்வேர்
Tegmen - (விதை) உள்ளுறை
Testa - (விதை) வெளியுறை
Tissue - திசு
Trunk - அடிமரம் (Botany); முண்டம் (Zoo)
Tuber - கிழங்கு
Vane - இறகுப் பரப்பு
Vein - இலைநரம்பு
Warm-blooded animal - வெப்ப-ரத்தப் பிராணி
Web - விரலிடைத் தோல்
Weeds - களைகள்
Wood - கட்டை, மரம்
Wool - கம்பிளி, ரோமம்
Zoology - பிராணி சாஸ்திரம்

PHYSICS

பௌதிகம்

Accommodation - தக அமைதல், தக ஆதல், ஏற்ப அமைதல்
Aerial - ஏரியல்
Aerodrome - விமான நிலையம், ஏரோடிரோம்
Aeroplane - ஏரோப்பிளேன், விமானம்
Ampere - ஆம்பியர்
Angle, critical - மாறுதானக்கோணம்
,, of emergence - விடு கோணம்
,, of incidence - படு கோணம்
,, of reflection-பிரதிபலி கோணம், மீள்கோணம்
,, of refraction - முறி கோணம், விலகு கோணம்
Anode - நேர்-மின்-வாய்
Armature- ஆர்மச்சூர், பிணைக்கும் கை
Atmosphere - வாயுமண்டலம்
Axis, principal-முக்கிய-அச்சு
Battery - பாட்டரி; மின்கல அடுக்கு
Beam of light - ஒளிக்கற்றை
Bellows - துருத்தி
Binding screw - பிடித்திருகாணி; இணைப்புத்திருகாணி
Bob - ஊசல் - குண்டு
Boiling point - கொதிநிலை
Bramah press - பிராமா-பிரஸ்
Broadcasting - ஒலிபரப்பு
Bulb - பல்பு, குமிழ்
Burette - பியுரெட்டு, திரவமானி
Cathode - எதிர்-மின்-வாய்
Calorie - கலோரி
Calorimeter - கலோரிமீட்டர்
Capacity (volume) - கொள்ளளவு
Cathode - எதிர்-மின்-வாய்
Cell, dry - பசை-மின்கலம்
,, in parallels - பக்க அடுக்கு மின்கலங்கள்
,, in series - தொடர் அடுக்கு மின்கலங்கள்
Simple voltaic - வோல்ட்டா மின்கலம்
Centre of curvature - வளைவு மையம்
,, of oscillation - அலைவுத்தானம்

Centre of suspension-தொங்கு தானம்
Change of state - நிலைமாற்றம்
Chimney-சிமினி, புகைபோக்கி
Circuit (closed) - மூடு சுற்று
,, (open) - திறந்த சுற்று
Clamp - இறுக்கி
Clip - கிளிப்பு, கௌவி
Clockwise - வலஞ்சுழி
Coal anthracite - அனல் மிகு நிலக்கரி
,, bituminous - புகைமிகு ,,
Coil, insulated - காப்பிட்ட சுருள்
Compass - திசைகாட்டி, கம்பசு
,, needle - திசைகாட்டி முள்
Compensated - ஈடுசெய்த
Composition (of light) - ஒளித் தொகுப்பு
Compound bar-இணைச்சட்டம்
Concave lens - குழிவான லென்ஸ்
,, mirror - குழிவான ஆடி
Condenser - கன்டென்ஸர் மின்தாங்கி
Condenser (light) - ஒளி-தொகுப்பான்
Conduction - (வெப்பம்—) (மின்—) கடத்தல்
Conductor (bad) - அரிதில் கடத்தி
,, (good) - எளிதில் ,,
,, (non-) - கடத்தாப் பொருள்
Convergent (pencil) - ஒருங்கு கற்றை
Converging lens - ஒருங்கச் செய்யும் லென்ஸ்
Convex mirror - குவி-ஆடி
Counter-clockwise - இடஞ்சுழி
Cross-section - குறுக்குவெட்டு (முகம்)
Cubical expansion - கனப் பெருக்கம், மூவழிப்பெருக்கம்
Current, (alternating) - இரு திசை ஓட்டம் (ஏ.ஸி.)
,, (direct) - ஒருதிசை ஓட்டம் (டி.ஸி.)
,, (electric) - மின் - ஓட்டம்
,, (induced) - தூண்டிய ஓட்டம்
,, (momentary) - நொடி —கண—
Cylinder (and socket)-சிலிண் டரும், உரையும்
Daniel cell - டானியல் மின் கலம்
Definition - (வடிவம்) தெளி-வுறல், (பொருள்) வரை-யறை, இலக்கணம்
Degree (angle) - பாகை
,, Centigrade - சென்டி-கிரேடு, சதம டிகிரி (ச.)
,, Fahrenheit - பாரன் ஹைட்டு (பா.)
Densemedia - அடர்ந்த ஊட கங்கள்
Density - அடர்த்தி
Depolorisation - துருவகரணத் தடை
Depolariser - துருவத்துவம் நீக்கி
Description - வருணனை
Detector - டிடெக்டர், உணர் கருவி
Deviation-(ஒளி) திசைமாற்றம்
Deviation, angular - திசை மாற்றக்கோணம்
Diagram - விளக்கப்படம்
Dispersion - நிறப்பிரிகை

Displacement - இடப் பெயர்ச்சி
Divergent pencil - விரியும் (கற்றை)
Diverging lens - விரிக்கும் லென்ஸ்
Dynamo - டைனமோ ; மின்-சார ஜனனி
Ebullition - கொதிப்பு
Electric arc - வில் விளக்கு
,, circuit - மின் சுற்று
Electric induction - மின் - தூண்டல்
Electric iron - பற்றுசுக்கோல்; இஸ்திரிப்பெட்டி
,, stove - மின் - அடுப்பு
Electricity - மின்சாரம்
Electrode - மின் - வாய்
Electro-magnet - மின்-காந்தம்
Electrolysis - மின்னூற்பகுப்பு
Electrolyte - மின்னூற்பகு பொருள்
Electron - மின்னணு
,, Theory - மின்னணுக் கொள்கை
Electrotyping - மின்னச்சு எடுத்தல்,—அடித்தல்
Emergence (angle of) - விடு கோணம்
Emergent ray - விடு கதிர்
Energy (Conservation of) - சக்தியின் அழிவின்மை
,, (kinetic) - இயங்கு சக்தி
,, (potential)-நிலைச்சக்தி
Engine - எஞ்சின்
Equation - சமன்பாடு, சாமியம்
Equilibrium - சமநிலை
,, (neutral) - ஸர்வத்திர சமநிலை
Equilibrium - (stable) - உறுதிச் சமநிலை
,, (unstable) - உறுதி-யிலாச் சமநிலை
Expansion - பெருக்கம், பெரு-குதல், விரிவு
,, cubical - கனப்- ,,
,, linear - நீட்டப்- ,,
,, superficial - பரப்-புப்-,,
Eye piece - கண்ணருகு-கருவி
Face (of prism) - முகம் (பிரிச முகம்)
Filament - இழை, தந்தி
Fire engine - தீயணை எஞ்சின்
Flotation - மிதப்பு
Fluorescence - ஒளிர்தல்
Focal power - குவி-திறன்
Focus, principal - முக்கிய குவியம்
Focussing lens - குவிக்கும் லென்ஸ்
Force - விசை
Forceps - இடுக்கி, சாமணம், குறடு
Freezing mixture - உறைக் கலவை
Frequency - அதிர்வு-எண்
Friction - உராய்வு
Fulcrum - ஆதாரத்தானம்
Graph - வரைகோடு
Gravity - புவி-ஈர்ப்பு
,, centre of - புவி-ஈர்ப் புத்தானம்
,, specific - சுய-எடை (எண்), அடர்த்தி எண்
Ground glass - தேய்ப்புக் கண்ணடி
Heat - வெப்பம்
,, specific - வெப்ப-எண்

Horizon - அடிவானம், தொடு வானம்
Horse shoe magnet - லாடக் காந்தம்
Hydraulic press - நீரியல், ஹைடிராலிக் பிரஸ்
Hydrometer-ஹைடிரோ-மீட்டர்
Hypsometer-ஹிப்ஸோமீட்டர்
Image (real) - நிஜபிம்பம்
,, (virtual) - மாய பிம்பம்
Incident ray - படு கிரணம்
Inclined plane - சாய்தளம்
Indigo - கருநீலம்
Induced - தூண்டிய
Induction (coil) - தூண்டு சுருள்
,, (electric) - மின் - தூண்டல்
Internal reflection (total) - பூரண-அகப் பிரதிபலிப்பு
Jet - கூர்நுனிக்குழாய், சிறு தாரை
Key - திறப்பான் ; சாவி
,, contact - தொடுசாவி
,, (plug) - செருகு சாவி
Kinetic energy-இயங்கு சக்தி, சலன சக்தி
Lactometer - பால் மானி
Latent heat - உள்ளுறை வெப்பம்
Lateral displacement - பக்கப் பெயர்ப்பு
,, inversion - இடவல மாற்றம்
Lens - லென்ஸ்
Level, water - நீர்-மட்டம்
Lever - நெம்புகோல்
Litre - லீட்டர்
Long sight - எட்டப் பார்வை
Loud speaker - ஒலி பெருக்கி
Luminous - பிரகாச, ஒளி
,, (non) - ஒளிரா
,, (self)-சுயம் பிரகாச
Machine - எந்திரம்
Magic lantern - பட விளக்கு, மாய லாந்தர்
Magnet (bar) - சட்டக் காந்தம்
,, (horse shoe) - லாடக்-
,, (permanent) - நிலைத்த
,, (temporary) - நிலை யாக்—, தாற்காலிக
Magnetism - காந்த இயல் ; காந்தத் தன்மை
Magnify - உருப்பெருக்கு
Mass - பொருள் - திணிவு
Matter - ஜடப்பொருள்
Maximum - உச்ச, உத்தம
Measuring flask - அளவுக் குடுவை
,, jar - அளவு - ஜாடி
Mechanical advantage - எந்திர லாபம், எந்திரப்பயன்
Melting point - உருகு நிலை
Micropone - மைக்ரோபோன்
Microscope (compound) - மைக்ரோஸ்கோப்பு (கூட்டு)
Microscope (simple) - (தனி) மைக்ரோஸ்கோப்பு
Minimum - நீச, அதம
Mirror-plane - சமதள ஆடி
,, spherical - கோளக ஆடி
Molecule - மூலக்கூறு
Multiple images - அடுக்குப் பிம்பங்கள்
Myopia - கிட்டப் பார்வை
Normal (erect) - செங்குத்துக் கோடு, லம்பம்
Object glass - பொருளருகு லென்ஸ்
Objective - பொருளருகு ,,
Ohm - ஓம்

Opaque - ஒளி புகா
Optic centre (of lens or mirror) - ஒளி மையம்
Oscillation - அலைவு
,, centre - அலைவு மையம்
Parallel Beam - ஒருபோகு கற்றை
Pencil of rays - கதிர்க்கற்றை
Pendulum - ஊசல்
,, simple - தனி-ஊசல்
,, compensated - ஈடு செய்த ஊசல்
Photographic camera - போட்டோப்பெட்டி, காமிரா
Pipette - பிப்பெட்டு
Plane - தளம்
Polarization - துருவகரணம்
Pole (of mirror) - ஆடி-மையம் ஆடி-துருவம்
Poles - துருவங்கள், முனைகள்
Poles (like) - ஓரின முனைகள்
,, (unlike) - எதிரின முனைகள்
Power - பவர், திறன்
Pressure - அழுத்தம்
Principle - தத்துவம்
Prism - பிரிசம், பட்டகம்
Propagation (of light) - ஒளி வியாபனம்
Protractor - பாகைமானி
Pulley - கப்பி
,, (fixed) - நிலைக்கப்பி
,, (movable) - இயங்கு கப்பி
Pulley (system of) - கப்பி அடுக்கு ;—தொகுதி
Radio - ரேடியோ ; ஆகாய வாணி
Radius of curvature - வளை-வின் ஆரம்
Rainbow - வானவில்
,, (primary) - பிரதம வானவில்
,, (secondary) - துணை ,,
Reaumer's scale - ரோமர் உஷ்ண அளவை
Rectangular - செவ்வக
Rectilinear propagation - நேர்கோட்டு வியாபனம்
Reflected ray - பிரதிபலிக்கும் கிரணம், மீள் கதிர்
Reflection - பிரதிபலித்தல், மீளல்
,, (irregular) - ஒழுங்கற்ற பிரதிபலிப்பு
,, (regular) - ஒழுங்கான பிரதிபலிப்பு
Refraction - விலகல், ஒளி முறிவு
Refrangiblity - முறியுந் தன்மை ; விலகுந் தன்மை
Relative density - ஒப்பு அடர்த்தி, அடர்த்தி எண்
Resistance (Electric) - மின்-தடை
Rontgen rays - ராண்ட்ஜன் கதிர்கள்
Scattering (of light) - (ஒளி) சிதறல்
Screen (in optics) - திரை, தடுப்பு
Short sight - கிட்டப் பார்வை
Slide (lantern) - படவிளக்கு ஸ்லைடு
,, valve - நழுவு வால்வு
Solenoid - வரிச்சுற்று
Solid - திடப்பொருள்
Spark - பொறி
Spectrum - நிறமாலை
,, (analysis) - நிற மாலைப் பகுப்பு

Spectrum - (solar) - சூரிய நிற மாலை
Spring - வில்
Steam chest - நீராவிப் பெட்டி
,, engine - நீராவி எஞ்சின்
Stopcock - குழாய் அடைப்பான்
Switch - ஸ்விச்சு
Terrestrial - பௌமிய, பூமி—
Theory - கொள்கை, அறிகோள்
Thermometer - தெர்மாமீட்டர், உஷ்ணமானி
,, clinical - ஜுரமானி
Thermometer - maximum - உச்ச ,,
,, minimum - நீச ,,
Thrust - இறுக்கு விசை, உந்து விசை
Translucent - ஒளிகசியும்
Transmissibility of pressure- அழுத்தம் செலுத்துகை
Transparent - ஒளிபுகும்
Turning point - திரும்புதானம்
Unit - அலகு
Valve chest - வால்வு-அறை
,, safety - ரட்சை-வால்வு
Vibration - அதிர்வு
Violet - ஊதா
Volt - வோல்ட்டு
Voltage - மின் அழுத்தம்; வோல்ட்டு அளவு
Voltaic cell - வோல்ட்டா கலம்
Voltameter - மின் முறிகலம்
Voltmeter - மின் அழுத்தமானி
Wheel - உருளை, சக்கரம்
Wheel and axle - உருளையும், இருசும்
X-rays - X-கதிர்கள்
Zero error - தொடக்கப்பிழை; சூனியப்பிழை

CHEMISTRY

இரசாயனம்

Acid - அமிலம்
,, concentrated - அடர் அமிலம்
,, dilute - நீர்த்த அமிலம்
,, strong - பலமான அமிலம்
,, weak - பலவீன அமிலம்
Action, chemical - இரசாயனக் கிரியை
Air oven - காற்றடுப்பு, காற்றுலை
Alchemist - இரசவாதி
Alkali, - காரம்
,, caustic - எரிகாரம்
Alkali mild - மென்காரம்
Alloy - உலோகக் கலவை
Amalgam - ரசக்கலவை
Analysis - பகுப்பு, பாகுபாடு
Anode - நேர்-மின்-வாய்
Apparatus - உபகரணம், ஆய்[கருவி
Atom - அணு
Base - உப்புமூலம்
Basin - பேஸின்
Bath (sand) - மணல் தொட்டி
,, water - வெந்நீர்த்தொட்டி
Beaker - முகவை, மூக்குக் குவளை
Beehive shelf - துளைமேடை
Bell-jar - மணிச்சாடி

Blowpipe (mouth) - ஊது துருத்தி
Blue vitriol - மயில் துத்தம்
Bottles - குப்பிகள், சீசாக்கள், புட்டிகள்
Brush - துடைப்பான், புருசு
Bulb - குமிழ், பல்பு
By-product - உடன் விளைவு
Catalytic agent - கிரியா ஊக்கி
Cathode - எதிர்-மின்-வாய்
Caustic soda - எரி சோடா
Changes, chemical and physical - (ரசாயன, பௌதிக) மாற்றங்கள்
Chemical combination - ரசாயனக் கூடுகை
,, composition - ரசாயன இயைபு
,, decomposition - ரசாயனச் சிதைவு
,, displacement - ரசாயனப் பெயர்ச்சி
,, double decomposition- ரசாயன இரட்டைச் சிதைவு
Chemical processes - ரசாயனச் செய்முறைகள்
Chemicals - ரசாயனப் பண்டங்கள்
Chemist - ரசாயன நிபுணர்
Chemistry - ரசாயனம்; ரசாயன சாத்திரம்
,, practical - செய்முறை ரசாயனம்
,, theoretical - அறிமுறை ரசாயனம்
Combustible - எரியக்கூடிய
Combustion - தகனம்
,, (non-supportor of) - தகனத் தடை
,, (supporter of) - தகனத்துணை
Common salt - சாதாரண உப்பு
Component - பகுதிப்பொருள், உறுப்பு
Composition - அமைப்பு, இயைபு
,, (gravimetric) - எடை-விகித-இயைபு
,, (qualitative) - பண்பறி இயைபு
Composition (quantitative) - அளவறி இயைபு
,, (volumetric) - பருமனறி இயைபு
Compounds - கூட்டுப் பொருள்கள்
Conservation of energy - சக்தியின் அழியாத்தன்மை
Constituents- இயைபுருப்புகள்
Crucible - புடக்குகை
Crystal - படிகம்
Crystallization படிகமாதல்
,, (fractional) - படிகமாக்கிப்பகுத்தல்
Crystallization - (water of) - படிக நீர்
Decant - தெளியவைத்து இறு
Deflagrating spoon - எரி கரண்டி
Delivery tube - போக்குகுழாய்
Deposit - படிவு
Displacement, downward - கீழ்முகப் பெயர்ச்சி
,, upward - மேல்முகப் பெயர்ச்சி
Dissolve - கரை
Distil - காய்ச்சி வடி
Distillate - வடிதிரவம்
Distillation-காய்ச்சி வடித்தல்
,, fractional - வடித்துப் பகுத்தல்

Distilled water-வாலே வடி நீர்
Drying agent - உலர்த்தி
,, tower - உலர் கூண்டு
Element - மூலகம்
Eudiometer - யூடியா மீட்டர், வாயு மானி
Evaporation - ஆவியாதல்
Experiment - பரிசோதனை
Filter paper - வடிதாள்
Flltrate - வடிகட்டிய நீர்
Flame - சுவாலை
Flask, conical-கூம்புக் குடுவை
,, distilling - காய்ச்சிவடி குடுவை
,, flat-bottomed-தட்டைக் குடுவை
,, round - உருண்டை ,,
Flower of sulphur - கந்தகத் தூள்
Flux - இளக்கி
Funnel - புனல்
Funnel, safety-காப்புப் புனல்
,, separating - பிரி புனல்
Furnace, blast - ஊதுலே
Glass (combustion or hard) - தகனக் (கட்டிக்) கண்ணடி
,, (soft) - மென் கண்ணடி
Granulated - ரவை
Granules - ரவை
Graphite - கிராவைட்டு ; பென்சில் கரி
Holder (test tube) - (சோதனைக் குழாயின்) பிடி
Ignition-எரிதல், கொளுத்தல், இக்னிஷன்
,, point - எரிநிலைத் தானம்
Incombustible - எரியா
Indigo - நீலி
Indestructibility of matter - பொருள் அழியாத்தன்மை
Inert - ஜடமான
Inflammable - எளிதில் எரியும்
Jet-tube - கூர்நுனிக்குழாய்
Cathode - எதிர்-மின்-வாய்
Laboratory - ஆராய்ச்சிச் சாலை, சோதனைச்சாலை
Liquefication - திரவமாக்கல்
Mechanical mixture - பௌதிகக் கலவை
Metal - உலோகம்
Metallic ores - உலோகத் தாதுக்கள்
Methylated spirit - மெதிலேறு ஸ்பிரிட்டு
Mixture - கலவை
Mobile - எளிதில் அசையும்
Molecule - மூலக்கூறு
Mother-liquor - தாய்த்திரவம்
Nascent - ஜனித
Neutralization - நடுநிலையாக்கல்
Non-metal - அலோகம்
Octahedral - எண்முக
Ore - தாது, உலோக மண்
Organic - அங்கக
Oxide, acidic - அமில ஆக்ஸைடு
,, basic - உப்புமூல ஆக்ஸைடு
Oxidizing agent - ஆக்ஸிகரணி
Polarisation (of a cell) - மின்கலம் வலுக்குறைதல், துருவகரணம்
Principle - தத்துவம்
Products - விளைவு, விளைவுப் பொருள்கள்
Pungent - தீட்சணமான
Qualitative - பண்பறி
Quantitative - அளவறி
Raw materials - கச்சா (பக்குவமாகா) பொருள்கள்

Reaction - கிரியை, பிரதிக் கிரியை; வினை, எதிர் வினை
Reducing agent - ஆக்ஸிஜன் ஒடுக்கி, குறைப்பான்
Residue - வண்டல், எச்சம்
Retort - வாலை
Salt - உப்பு
Sand paper - உப்புத்தூள், பட்டைச்சிலை
Saturated - பூரித
Sediment - வண்டல்
Soft water - மென்னீர்
Solubility - கரைதிறனுள்ள
Solute - கரைபொருள்
Solvent - கரைப்பான்
Splinter - குச்சி
Starch - ஸ்டார்ச்சு
Sublimate - பதங்கம், பதங்கமாக்கு
Sublimation - பதங்கமாதல்
Tincture - டிங்ச்சர்
Turmeric - மஞ்சள்
Viscosity - பிசுபிசுப்பு, பாகு நிலைமை
Volatile - எளிதில் ஆவியாகு
Wash bottle - கழுவு சீசா
Watch glass - கண்ணாடிச் சிற்றகல்
Wire gauze - கம்பி வலை
Hydrochloric Acid - ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலம்
Nitric - நைட்டிரிக ,,
Sulphuric - கந்தக ,,
Sulphurous - கந்தச ,,
Alcohol - ஆல்கஹால்
,, methyl - மெதில் ,,
Alkali, caustic - எரி காரம்
Alum - படிகாரம்
Alum potash - பொட்டாசுப் படிகாரம்
Amethyst - செவ்வந்திக்கல், அமதிஸ்டு
Ammonia - நவச்சார ஆவி, அம்மோனியா வாயு
,, liquor - நவச்சார திரவம்
Animal charcoal - மிருகக் கரி
Aqua fortis - உக்கிரத் திராவகம்
,, regia - ராஜத் திராவகம்
Asbestos - கல்நார், அஸ்பெஸ்டாஸ்
Baking powder - ரொட்டி உப்பு
Baking soda - சமையல் சோடா (உப்பு)
Baryta - பேரைட்டா
Bleaching powder - நிற நீக்குத்தூள், சலவைத்தூள்
Brimstone - கந்தகக்கல்
Carbon dioxide - கார்பன் டை-ஆக்ஸைடு
,, disulphide - கார்பன்-டை-ஸல்பைடு
,, monoxide - கார்பன்-மோனக்ஸைடு
Chalk - சீமைச் சுண்ணம்பு
Charcoal - மரக்கரி
China dish - பீங்கான் தகழி
Chloroform - குளோரோபாரம்
Cohesion - அணுப்பற்று
Caustic alkali - எரி காரம்
,, soda - சோடா காரம்
,, potash - பொட்டாஸ் காரம்
Emerald - மரகதம்
Epsom salt - எப்சம் உப்பு
Ether - ஈதர் திரவம்
Explosives - வெடி மருந்துகள்
Indigo - நீலி
Iodoform - அயொடபாரம்

Kerosene - கெரசின், மண்ணெண்ணெய்
Lime, milk of - சுண்ணும்புப் பால்
,, quick - சுட்ட சுண்ணும்பு
,, slaked - நீற்றுச் சுண்ணும்பு
Limestone - சுண்ணும்புக்கல்
Lime water - சுண்ணும்பு நீர்
Minium (red lead) - ஈயச் செந்தூரம்
Naptha - நாப்தா
Oil, linseed - ஆளிவிதை எண்ணெய்
,, of vitriol - துத்த அமிலம்
,, olive - ஒலிவ் எண்ணெய்
Oxide - ஆக்ஸைடு
Oxide di - டை-ஆக்ஸைடு
,, mono - மோனே-ஆக்ஸைடு
,, penta - பென்ட-ஆக்ஸைடு
,, per - பர-ஆக்ஸைடு
,, tri - திரி-ஆக்ஸைடு
Pan - தட்டு
Pitch - பிச்சுக்கட்டி, கரிப் பிசின்
Plumbago (plumbum) - காரீயம்
Pumice stone - கபீஸ் கல்
Ruby - கெம்பு
Saltpetre, chile-சிலி வெடியுப்பு
Saltpetre - வெடியுப்பு

Salt terminology :-
Bicarbonate - பை-கார்பனேட்டு
Carbonate - கார்பனேட்டு
Chlorate - குளோரேட்டு
Chloride - குளோரைடு
Dichromate-டை-குரோமேட்டு
Iodide - அயொடைடு
Nitrate - நைட்டிரேட்டு
Nitrite - நைட்டிரைட்டு
Permanganate - பர-மங்கனேட்டு
Phosphate - பாஸ்வேட்டு
Sulphate - ஸல்பேட்டு
Sulphide - ஸல்பைடு
Sulphite - ஸல்பைட்டு
Spirit - ஸ்பிரிட்டு
,, rectified - சுத்தி செய்த ஸ்பிரிட்டு
Sulphuretted hydrogen - கந்தகித்த-ஹைடிரஜன்
Sulphur (monoclinic) - (ஊசிக்) கந்தகம்
,, (plastic) - களிக் கந்தகம்
,, (prismatic) - பிரிசமுருவ-கந்தகம்
Sulphur (rhombic) - சாய்ச் சதுரக் கந்தகம்
,, (roll) - உருளைக் கந்தகம்
Type metal - அச்சு உலோகம்
Turpentine - கர்ப்பூரத் தைலம்
Vaseline - வாசிலின்
Yeast - ஈஸ்டு

282/282

489

27-1-65/C

POTHU VIGNANA NOOL

BOOK II—FORMS V & VI

BY

R. SANKARA IYER, B.A., L.T.

AND

V. SRINIVASA IYER, B.A., L.T.

THE TEACHERS' PUBLISHING HOUSE

53-56, CORAL MERCHANT STREET .. MADRAS-1

[PRICE: Rs. 3-00